

CONDICIONAMENTO TÉRMICO E FUNGICIDA NA CONSERVAÇÃO REFRIGERADA DE TANGOR 'MURCOTT'

THERMAL CONDITIONING AND FUNGICIDE ON COLD STORAGE OF 'MURCOTT' TANGOR

Ana Helena de Felício¹; Maria Luiza Lye Jomori¹; Giuseppina Pace Pereira Lima²; André Augusto Vaz Bernussi³; Renata Morelli Alves³; Fabiana Fumi Sasaki¹; Ricardo Alfredo Kluge⁴; Angelo Pedro Jacomino⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de tratamentos térmicos com ou sem aplicação de fungicida sobre a qualidade e o potencial de armazenamento de tangor 'Murcott'. Foram aplicados os seguintes tratamentos: 1) controle (frutas sem fungicida, apenas imersas em água a 25°C durante dois minutos); 2) imersão das frutas em imazalil 50 (mg L⁻¹) a 25°C por dois minutos; 3) imersão das frutas em imazalil 50 (mg L⁻¹) a 53°C por dois minutos; 4) imersão das frutas apenas em água a 53°C por dois minutos. As frutas foram armazenadas nas temperaturas de 1 e 4°C durante oito semanas e as avaliações foram realizadas a cada duas semanas. Não foi verificada injúria pelo frio nos frutos armazenados a 4°C. Os frutos armazenados a 1°C, sem tratamento térmico apresentaram desenvolvimento de sintomas de danos por frio a partir da sexta semana de armazenamento. O tratamento térmico antes do armazenamento preveniu a ocorrência dos danos por frio, porém aumentou a perda de massa.

Palavras-chave: *Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck, tratamento térmico, injúria pelo frio, podridão.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the effect of heat treatment with or without fungicide on the quality and potential storage of 'Murcott' tangor. The treatments applied were: 1) Control (fruit without fungicide, immersed in water at 25°C during 2min), 2) Fruit immersed in solution of imazalil (50 mg L⁻¹) at 25°C during 2min, 3) Fruit immersed in solution of imazalil (50 mg L⁻¹) at 53°C during 2min, 4) Fruit immersed in water at 53°C during 2min. Fruit were stored at 1 and 4°C during 8 weeks and the evaluations were carried out each two weeks. Fruit stored at 4°C did not showed chilling injury while the ones stored at 1°C without heat treatment showed chilling injury symptoms after 6 weeks. Heat treatment before storage prevented the occurrence on chilling injury levels however increased weight loss.

Key words: *Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck, heat treatment, chilling injury, decay.

INTRODUÇÃO

A redução das perdas pós-colheita de produtos hortifrutícolas é importante tanto do ponto de vista econômico quanto científico, sendo preferível um esforço na melhoria das técnicas de conservação pós-colheita do que perseguir um incremento na produção, pois assim se consegue maiores benefícios dos recursos disponíveis. O Brasil apresenta altos níveis de perdas pós-colheita, sendo que, segundo

estimativas, entre 30 a 40% da produção anual das frutas e hortaliças deixam de ser consumidas no país devido às perdas (FNP Consultoria & Comércio, 2000). Vários fatores contribuem para este quadro desalentador, incluindo colheita e transporte inadequados, falta da cadeia de frio ou utilização inadequada da mesma, embalagens inapropriadas, entre outros.

A refrigeração tem sido a técnica pós-colheita mais utilizada para a preservação de frutas frescas, considerando que ela reduz o metabolismo, diminui a perda de peso, retarda o desenvolvimento de patógenos causadores de podridões e atrasa a senescência (HARDENBURG et al., 1986; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Cada fruta e variedade apresenta uma temperatura ótima de conservação e um período máximo de conservação sob tais condições. Para tangerinas as condições ótimas para a conservação refrigerada são de 4 a 7°C e 90-95% UR, com as frutas podendo ser armazenadas nestas condições por 2 a 4 semanas, dependendo da variedade (HARDENBURG et al., 1986; ASHRAE, 1994; CANTWELL, 2001).

Frutas cítricas em geral são sensíveis a baixas temperaturas, cujos sintomas se manifestam através da formação de depressões superficiais (*pitting*), formação de manchas circulares e deprimidas de coloração marrom e alterações no sabor e aroma. As injúrias pelo frio ocorrem durante o armazenamento sob temperatura abaixo da mínima de segurança e os sintomas se manifestam, normalmente, durante a exposição à temperatura ambiente, na comercialização (CHITARRA & CHITARRA, 2005; SCHIRRA et al., 1997). HARDENBURG et al. (1986) alertam que temperaturas entre 0 a 1°C podem ser utilizadas para tangerinas, mas não por mais do que duas semanas, sob o risco de surgirem injúrias pelo frio durante a comercialização. ARRAS & USAI (1991) verificaram que tangor 'Murcote' sofreu injúrias pelo frio após 18 dias a 2°C.

As podridões representam outro problema que limita a vida pós-colheita das frutas cítricas. De acordo com COHEN et al. (1990), a temperatura mínima para o desenvolvimento *in vitro* de muitos fungos é entre 4 a 5°C. Alguns autores consideram que frutas cítricas não tratadas com fungicidas após a colheita podem desenvolver de 25 a 50% de podridões, em condições favoráveis para o desenvolvimento dos fungos (PORAT et al., 2000).

Com o objetivo de manter os benefícios da refrigeração e evitar danos por frio, técnicas complementares vêm sendo

¹ Eng^a Agr^a, Mestranda do PPG em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, ESALQ/USP, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. e-mail: ana.helena.felicio@terra.com.br

² Prof^a Associada, Dep. de Química e Bioquímica/IB/UNESP, C.P. 145, CEP 18618-000, Botucatu, SP.

³ Aluno de Graduação em Engenharia Agrônoma, ESALQ/USP. Bolsista da Fapesp.

⁴ Prof. Doutor, Dep. Ciências Biológicas, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq. e-mail: rakluge@esalq.usp.br

⁵ Prof. Doutor, Dep. Produção Vegetal, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

(Recebido para Publicação em 28/04/2005, Aprovado em 28/09/2006)

testadas. Dentre essas técnicas tem-se o tratamento térmico, que consiste no condicionamento do produto em temperatura alta ou moderada antes da refrigeração. Em nível comercial, esse método tem sido pouco aplicado, devido ao baixo conhecimento dos procedimentos de aplicação e do potencial de aumento de conservação em relação ao armazenamento convencional. Os tratamentos térmicos têm sido considerados como tratamentos não químicos promissores para controlar o desenvolvimento de patógenos em frutas cítricas. Além disso, esses tratamentos podem permitir o armazenamento do produto em temperatura menor do que aquela recomendada, considerando que ocorre um aumento na resistência às baixas temperaturas quando as frutas são tratadas termicamente (SIEGEL & SIEGEL, 1986; COHEN et al., 1988; PARKING et al., 1989). Segundo FERGUSON et al. (1998) a termo-tolerância dos vegetais está ligada à formação de HSPs (heat shock protein) que são formadas quando o vegetal é exposto a altas temperaturas. Os HSPs produzidos em resposta a altas temperaturas são responsáveis por prevenir a desnaturação irreversível das proteínas das membranas das células (PARSELL & LINQUIST, 1993), consequentemente fortalecendo as membranas e impedindo ou prevenindo a perda de função e colapso celulares, usualmente presentes nos tecidos danificados pelo frio (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito do condicionamento térmico e fungicidas sobre a qualidade e o potencial de armazenamento de tanger 'Murcott', visando o aumento da vida útil pós-colheita da fruta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. Foi estudado o tanger 'Murcott' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck), sendo que as frutas foram adquiridas em pomar comercial localizado em Mogi-Guaçu, SP, no ano de 2003. Após a colheita, as frutas foram imediatamente submetidas à rigorosa seleção visando obter um lote uniforme, composto de frutas de tamanho médio e sem defeitos. Após, as frutas foram lavadas em água clorada na concentração de 200ppm de cloro ativo durante 10 minutos, utilizando-se o hipoclorito de sódio como sanitizante. O pH da solução sanitizante foi ajustado para 7,0, para obtenção de maior eficácia na sanitização. Em seguida as frutas foram secas, para posteriormente serem submetidas aos tratamentos de armazenamento a 1 e 4°C, sendo que em cada temperatura foram aplicados os seguintes tratamentos antes da refrigeração: 1) controle (frutas apenas imersas em água a 25°C durante dois minutos sem fungicida); 2) imersão das frutas em solução com Imazalil (50 mg.L⁻¹) a 25°C por dois minutos; 3) imersão das frutas em solução com Imazalil (50 mg.L⁻¹) a 53°C por dois minutos; e 4) imersão das frutas apenas em água a 53°C por dois minutos. Para o aquecimento das soluções foi utilizado um banho térmico para frutas, marca Tecnal.

As frutas foram armazenadas durante oito semanas, sendo avaliadas a cada duas semanas, totalizando cinco avaliações (incluindo o tempo zero – caracterização). O delineamento experimental, para cada temperatura utilizada, foi o inteiramente ao acaso em fatorial 4 x 5, onde os fatores estudados foram: tratamento, em quatro níveis, e tempo de armazenamento, em cinco níveis. Para a caracterização do lote experimental foram utilizadas quatro repetições de dez

frutas.

Após cada período de armazenamento, as frutas foram submetidas a um período de comercialização simulada de quatro dias a 25°C, para avaliar o efeito dos tratamentos na sua vida de prateleira. A temperatura da fruta até atingir a temperatura desejada nos tratamentos e após a retirada do armazenamento refrigerado foi monitorada com termômetro de polpa.

Foram realizadas as seguintes determinações: a) Injúrias pelo frio e de podridões: determinadas pela porcentagem de frutas afetadas por repetição e severidade desses danos. Dependendo da área da superfície afetada, as frutas foram classificadas em cinco categorias: 1 = 0%; 2 < 5%; 3 = 5-25%; 4 = 25-50% e 5 = > 50% da área afetada; b) Coloração da casca: foi utilizada a metodologia de McGUIRRE (1992), onde através do equipamento Minolta Chroma Meter CR-300 foram determinados os valores de ângulo de cor (h°) e chroma (C°), com realização de duas leituras por fruta; c) Teor de sólidos solúveis totais (SST): determinado colocando-se uma gota de suco em refratômetro digital, com correção automática de temperatura para 20°C. Os resultados foram expressos em °Brix; d) Acidez total titulável (ATT): para a determinação da acidez total titulável, 10mL de suco foram colocados em 90mL de água destilada. Foi efetuada titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,10. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico; e) "Ratio": foi calculado dividindo-se o valor obtido para SST pelo valor de ATT; f) Teor de vitamina C: foi determinado de acordo com metodologia de CARVALHO et al. (1990), a qual se baseia na redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol-sódio (DCF) pelo ácido ascórbico. Foram obtidos 10mL da amostra e colocados em erlenmeyer contendo 50mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com DCFI até atingir a coloração rosada persistente por 15 segundo. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100mL de suco; g) Perda de massa: foi determinada pela diferença, em %, entre a massa inicial da repetição e a massa verificada após o armazenamento; h) Extravasamento de eletrólitos (vazamento de solutos): foram obtidos discos da epiderme das frutas medindo 2mm de espessura e 12mm de diâmetro, lavados com água destilada e incubados em 200mL de manitol 0,4M durante três horas a 30°C em Shaker com aquecimento. Através de um condutímetro foi determinado o total de eletrólitos no tempo zero e após 3 horas de incubação. Os tecidos foram então congelados em freezer, triturados em dispersor desintegrador e filtrados. Após foi medido novamente o total de eletrólitos. Os resultados foram expressos em % de extravasamento de eletrólitos através da seguinte fórmula: % de extravasamento = (valor da leitura após três horas/ valor da leitura após trituração) x 100.

Os resultados foram submetidos à análise de diferença mínima significativa (d.m.s.) em teste de comparações múltiplas. Diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frutas atingiram as temperaturas desejadas em aproximadamente duas horas para o armazenamento a 1°C e 1 hora e 45 minutos para o armazenamento a 4°C (Figura 1). Sabe-se que quanto mais rapidamente a fruta atingir a temperatura desejada menores são as perdas pós-colheita (ASHRAE, 1994; CORTEZ et al., 2002).

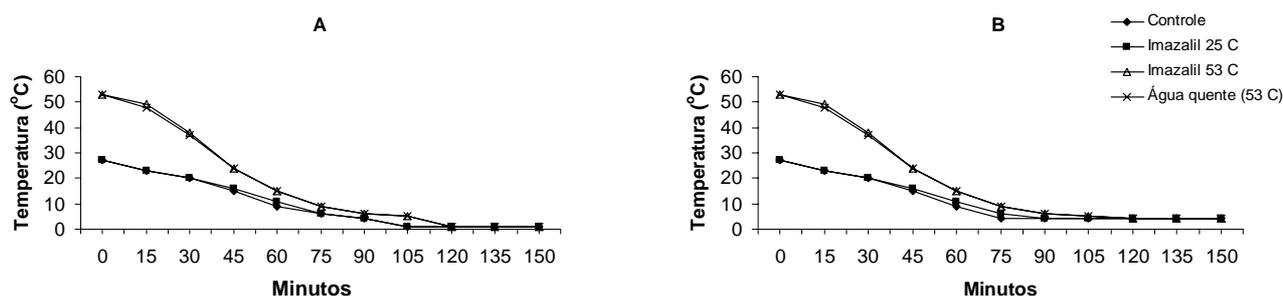


Figura 1 - Temperatura interna de tangor 'Murcote' durante o armazenamento refrigerado. A = armazenamento a 1°C e B = armazenamento a 4°C.

O tempo requerido para as frutas atingirem a temperatura ambiente, após o armazenamento, encontra-se na Figura 2. Como era de se esperar, observou-se que as frutas armazenadas a 4°C atingiram primeiramente a temperatura ambiente (25°C), cerca de duas horas após a retirada da câmara, enquanto que as frutas armazenadas a 1°C necessitaram 15 minutos a mais para atingir a temperatura ambiente.

Na Tabela 1 está resumida a análise de variância para os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis analisadas para as frutas armazenadas a 1°C. Observou-se que os maiores efeitos foram em função do tempo de armazenamento. Os efeitos dos tratamentos térmicos se refletiram sobre as injúrias pelo frio, perda de massa e extravasamento de eletrólitos. A única interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento térmico foi verificada para a variável extravasamento de eletrólitos.

Para a temperatura de 4°C o único efeito isolado dos tratamentos refletiu-se sobre a perda de massa dos frutos (Tabela 2), enquanto que para as demais variáveis os efeitos

foram mais em função do tempo de armazenamento do que dos tratamentos.

Não foi verificada injúria pelo frio nos frutos armazenados a 4°C, o que era esperado considerando que esta temperatura encontra-se dentro da faixa recomendada para o tangor 'Murcote' até oito semanas (HARDENBURG et al., 1986; ASHRAE, 1994; CANTWELL, 2001). Na temperatura de 1°C foi verificado efeito significativo dos tratamentos a partir da sexta semana de armazenamento, quando foi verificada maior incidência nos frutos controle e nos frutos que foram tratados com Imazalil a 25°C (Figura 3). O desenvolvimento de injúrias pelo frio é dependente tanto da temperatura quanto do tempo de exposição a ela (CHITARRA & CHITARRA, 2005; SCHIRRA et al., 1997), o que justifica o não aparecimento de sintomas até a quarta semana de armazenamento. Isso significa que a fruta suporta esta baixa temperatura apenas até quatro semanas. Os tratamentos onde foi incluído indutor térmico (água quente com ou sem fungicida) houve uma redução significativa no aparecimento de sintomas, o que também foi verificado por outros autores (McDONALD et al., 1991; MARTINEZ-TÉLLEZ & LAFUENTE, 1997).

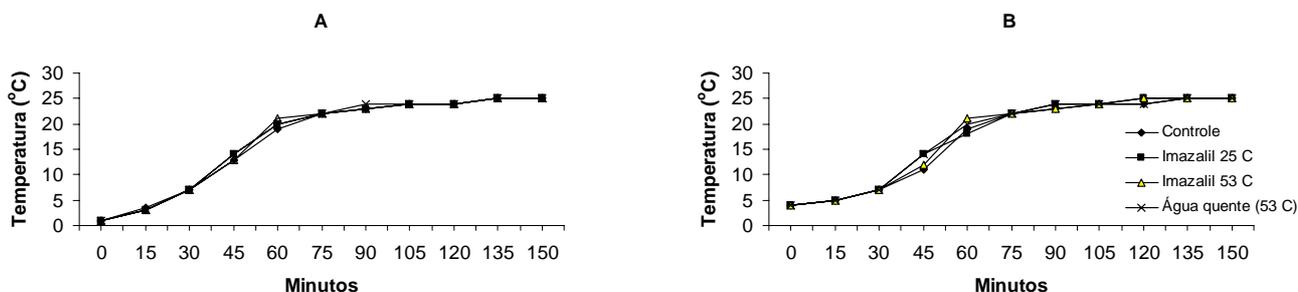


Figura 2 - Temperatura interna de tangor 'Murcote' após a retirada das frutas da condição refrigerada. A = armazenamento a 1°C e B = armazenamento a 4°C.

Tabela 1 - Significância do teste F da análise de variância para os efeitos dos diferentes fatores sobre os parâmetros físico-químicos e injúrias pelo frio em tangor 'Murcote' armazenadas a 1°C.

Fontes de variação	Variáveis analisadas ¹								
	IF	Croma	h ^o	SST	ATT	"Ratio"	Ácido ascórbico	Perda de massa	E.E.
Tratamento (TR)	**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	*
Tempo (TE)	**	**	**	**	n.s.	*	**	*	*
TR x TE	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s.	*
C.V. (%)	7,89	3,45	1,78	3,78	8,54	5,65	9,08	12,45	17,77

¹ IF = injúrias pelo frio; h^o = ângulo de cor; SST = Sólidos solúveis totais; ATT = acidez total titulável; E.E. = extravasamento de eletrólitos.

n.s.; *, ** = não significativo; significativo a 5 ou a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2 - Significância do teste F da análise de variância para os efeitos dos diferentes fatores sobre os parâmetros físico-químicos em tanger 'Murcote' armazenadas a 4°C.

Fontes de variação	Variáveis analisadas ¹								
	IF	Croma	h ^o	SST	ATT	"Ratio"	Ácido ascórbico	Perda de massa	E.E.
Tratamento (TR)	-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s.
Tempo (TE)	-	**	**	**	n.s.	*	**	*	*
TR x TE	-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s.	n.s.
C.V. (%)	-	2,65	2,01	5,79	3,52	3,61	8,38	11,45	13,77

¹ IF = injúrias pelo frio; h^o = ângulo de cor; SST = Sólidos solúveis totais; ATT = acidez total titulável; E.E. = extravasamento de eletrólitos.

n.s.; *, ** = não significativo; significativo a 5 ou a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

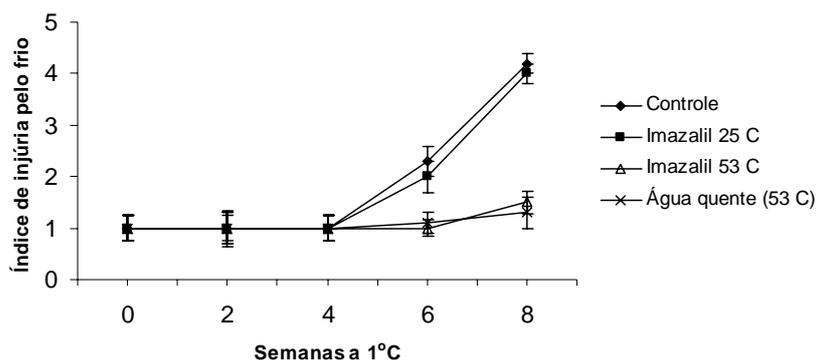


Figura 3 - Injúrias pelo frio em tanger 'Murcote' submetida a diferentes tratamentos e armazenada a 1°C. 1 = 0% da superfície afetada; 2 < 5%; 3 = 5-25%; 4 = 25-50% e 5 = > 50%. As barras verticais indicam o desvio padrão da média.

Não houve incidência de podridões em todos os tratamentos durante o período de armazenamento. Era esperada uma diferença entre frutos tratados e não tratados com fungicida. Três fatores podem ter contribuído para a não ocorrência de podridões: um bom controle fitossanitário no pomar, anterior a colheita, o que foi confirmado por informação do produtor (dados não publicados), a própria temperatura baixa de armazenamento, que pode ter contribuído na supressão do desenvolvimento de patógenos e a imersão em solução sanitizante (com cloro) pode ter eliminado grande quantidade da carga microbiana que existia nos frutos. Isso pode se tornar importante, considerando que os tratamentos químicos apresentam tendência de serem proibidos em pós-colheita. A inclusão do tratamento com água quente no experimento objetivou verificar se haveria efeito também sobre as podridões, mas isso não pôde ser observado. Alguns autores relatam que a água quente, com ou sem fungicida, podem reduzir significativamente a incidência de podridões

durante o armazenamento (SCHIRRA & MULAS, 1993; RODOV et al., 1995 e 2000).

Foi verificado aumento na perda de massa ao longo do período de armazenamento, tendo sido verificado também diferença entre os tratamentos (Figura 4). Na quarta semana, as perdas de massa das frutas aquecidas (com ou sem fungicidas) foram maiores do que as frutas não aquecidas, sendo que na sexta e oitava semana as diferenças tornaram-se menores. De fato, o aquecimento antes da conservação pode elevar as taxas de respiração e transpiração, processos estes relacionados com a perda de água do produto (HARDENBURG et al., 1986). Assim, frutas que sofreram aquecimento, sem ou com fungicida, demoraram mais para atingirem a temperatura adequada, o que se refletiu numa maior perda de massa dos frutos. A perda de massa decorre em função da transpiração do fruto e, no caso dos citros, esta perda provém principalmente da casca.

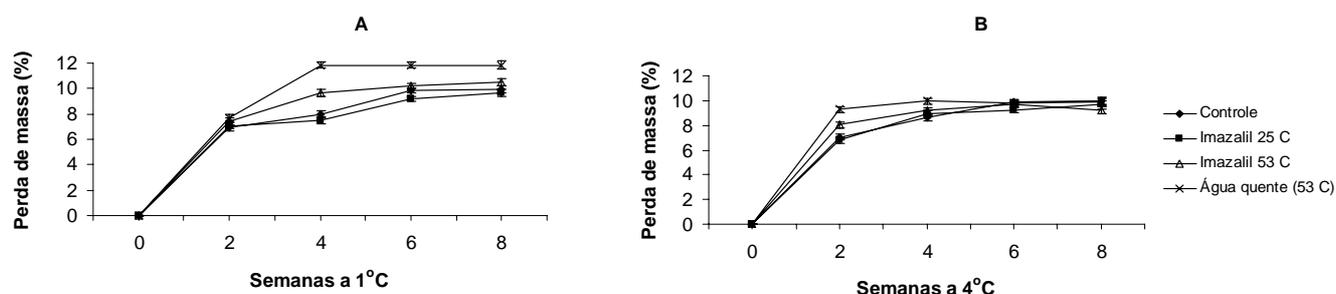


Figura 4 - Perda de massa em tanger 'Murcote' submetidas a tratamentos e armazenadas a 1°C (A) e 4°C (B). Barras verticais indicam o desvio padrão da média.

Houve desenvolvimento de coloração característica da fruta ao longo do período estudado em todos os tratamentos e duas temperaturas de armazenamento (Figuras 5). Assim, os valores de ângulo de cor (h°) tiveram uma redução ao longo do armazenamento, mais evidenciado nas frutas armazenadas a 4°C , que apresentavam-se um pouco mais alaranjadas que as armazenadas a 1°C . No caso do tanger em questão, valores de h° próximos a 90° representam frutas amarelas; próximos a 120° significam frutas verdes. À medida que o h° vai decrescendo abaixo de 90° a fruta vai passando de amarelo para laranja. De uma maneira geral a cor característica do tanger 'Murcott' localiza-se entre 75 e 90° na leitura do ângulo de cor enquanto que para a intensidade de cor (croma) estes valores oscilam entre 40 e 60 (McGUIRE, 1992). No presente

experimento, o croma inicial foi por volta de 58 e atingiu o valor máximo de 60 ao longo do armazenamento (Figura 6).

Não houve diferença significativa no teor de SST entre os tratamentos durante o período estudado, entretanto houve uma elevação nos valores de SST ao longo do experimento (Figura 6). Geralmente, os aumentos nos teores de sólidos solúveis são atribuídos à perda massa dos frutos que foi crescente no presente trabalho. Embora, em citros, a perda de massa por transpiração se dá quase que exclusivamente a partir da casca, pode haver perda de água na forma de vapor a partir do interior das frutas através da columela e inserção do pedúnculo (TING & ROUSSEF, 1986).

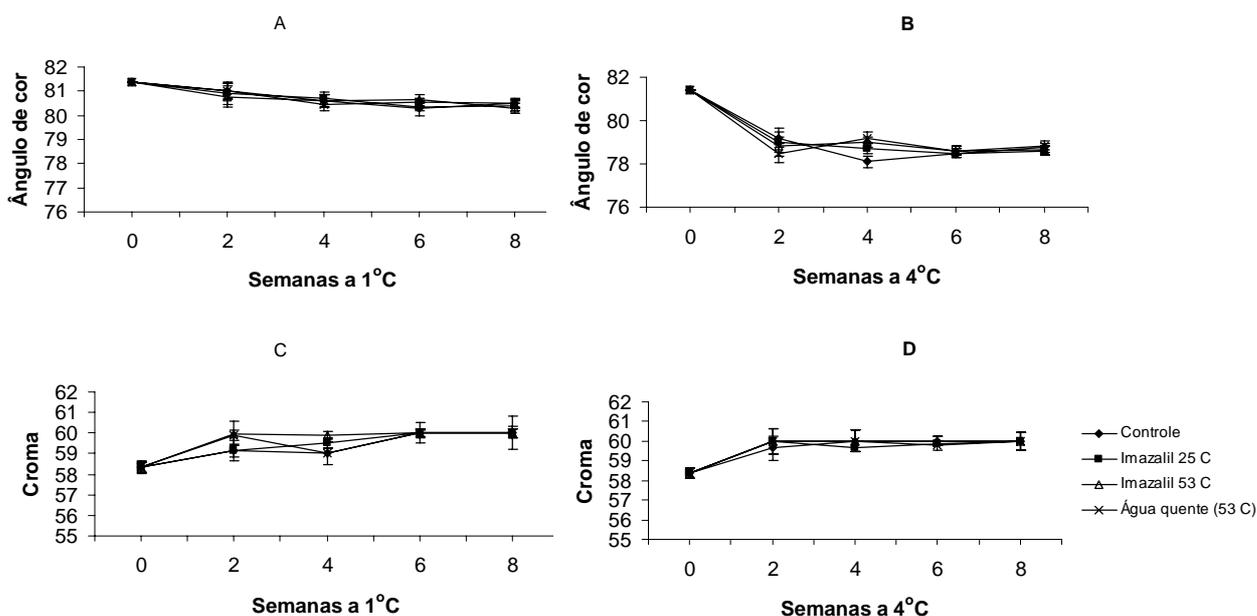


Figura 5 - Ângulo de cor (A e B) e croma (C e D) em tanger 'Murcott' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 1 e 4°C . Barras verticais indicam o desvio padrão da média.

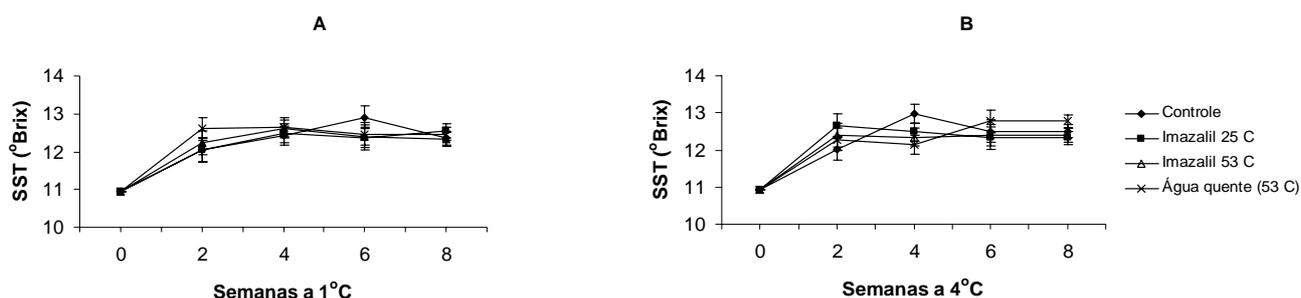


Figura 6 - Teor de sólidos solúveis totais (SST) em tanger 'Murcott' submetida a diferentes tratamentos e armazenada a 1°C (A) e 4°C (B). Barras verticais indicam o desvio padrão da média.

Os teores de acidez total titulável (ATT) variaram pouco durante o armazenamento, tendo oscilado de aproximadamente 1 a $1,2\%$ de ácido cítrico, não havendo diferenças entre os tratamentos (dados não apresentados). De igual forma poucas alterações significativas no "ratio" foram observadas no experimento, tendo os valores oscilado entre

10 e 13 (dados não apresentados), em função dos valores de SST e ATT obtidos.

Houve um decréscimo nos teores de ácido ascórbico na segunda semana de armazenamento em ambas a temperaturas de armazenamento, sendo que os valores se mantiveram constantes até o final do período estudado (Figura 7).

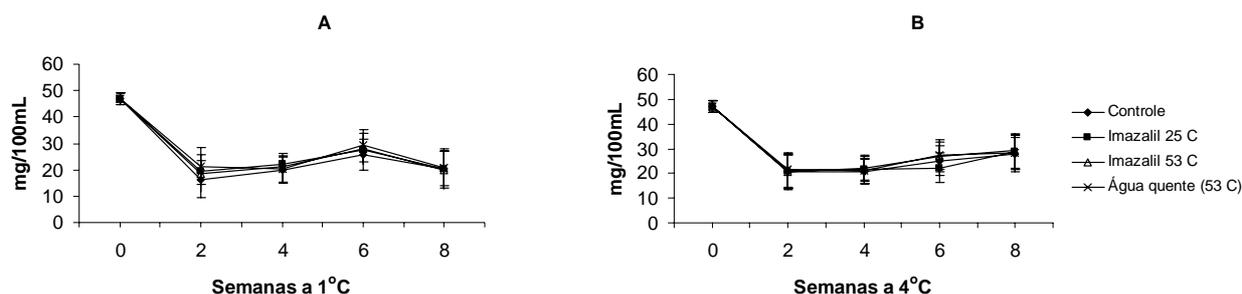


Figura 7 - Teor de vitamina C (mg ácido ascórbico/100mL) em tanger 'Murcott' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 1°C (A) e a 4°C (B). Barras verticais indicam o desvio padrão da média.

Reduções no teor de ácido ascórbico são geralmente observados após a colheita devido ao fato de ser um antioxidante natural, envolvido em reações antioxidativas que se processam durante a senescência dos frutos. Possíveis aumentos no teor de ácido ascórbico também podem ocorrer, considerando que sua biossíntese está ligada à degradação de pectinas, que libera precursores do ácido ascórbico (AGIUS et al., 2003).

Para a temperatura de 1°C houve diferença significativa para o extravasamento de eletrólitos entre os tratamentos testados (Figura 8). A partir da quarta semana de armazenamento, coincidentemente com o surgimento de danos pelo frio, os frutos do controle e os tratados com Imazalil a 25°C apresentaram maior porcentagem de extravasamento. Esses resultados indicam alteração na permeabilidade das membranas celulares dos tecidos submetidos à baixa temperatura. Segundo MARANGONI et al. (1990), as alterações primárias nas células submetidas a temperaturas muito baixas incluem a passagem da membrana

celular da fase líquida cristalina para a fase gel sólida, havendo em seguida um aumento na permeabilidade da membrana e conseqüentemente um maior vazamento de solutos.

Na temperatura de 4°C também houve aumento no extravasamento de eletrólitos com o armazenamento, mas não houve diferenças entre os tratamentos. De maneira geral, o amadurecimento e a senescência levam o fruto a um aumento na permeabilidade da membrana.

Foi verificado que frutos armazenados a 1°C apresentam desenvolvimento de injúrias pelo frio a partir da sexta semana de armazenamento, o que é observado nas frutas armazenadas a 4°C. Os tratamentos com água quente, associados ou não ao fungicida, reduzem as injúrias pelo frio, entretanto elevaram a perda de massa. Ainda, poucas alterações significativas nas características físico-químicas dos frutos são observadas em função dos tratamentos térmicos, excetuando-se a elevação na perda de massa.

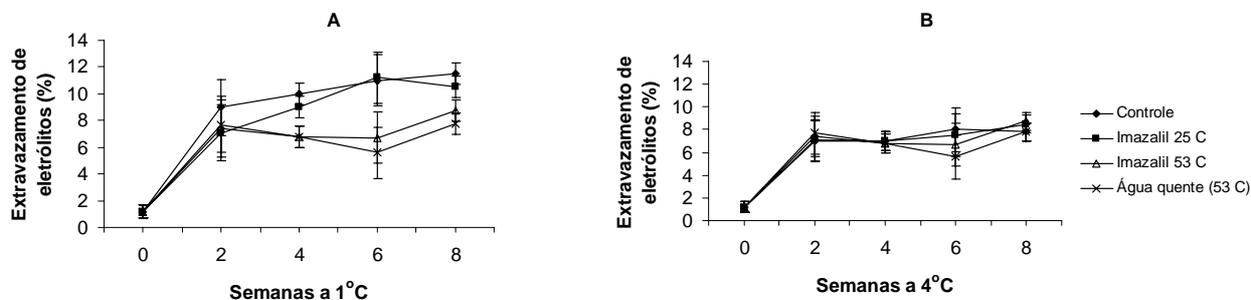


Figura 8 - Extravasamento de eletrólitos em tanger 'Murcott' submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 1°C (A) e a 4°C (B). As barras verticais indicam o desvio padrão da média.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo suporte financeiro (Auxílio à Pesquisa - processo nº 01/05779-9), e ao CNPq pela bolsa de mestrado e de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGIUS, F.; GONZÁLEZ-LAMOTHE, R.; CABALLERO, J.L. et al. Engineering increased vitamin C levels in plants by overexpression of a D-galacturonic acid reductase. **Nature Biotechnology**, New York, v.21, n.2, p.177-181, 2003.

ARRAS, G.; USAI, M. Response of "Murcott" mandarins to storage temperature. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v.1, p.99-103, 1991.
ASHRAE. **Handbook of refrigeration**. Atlanta: American Society of Heating Inc., 1994. 454p.
CANTWELL, M.T. **Properties and recommended conditions for long-term storage of fresh fruits and vegetables**. Disponível: <http://www.postharvest.ucdavis.edu> Acesso em 11 de janeiro de 2001.
CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N. et al. **Análises químicas de alimentos**. Campinas, ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico)

- CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COHEN, E.; LURIE, S.; YAVIN, S. Prevention of red blotch in the degreened lemon fruit. **HortScience**, Alexandria, v.23, p.864-865, 1988.
- COHEN, E.; BEN-YEHOSHUA, S.; ROSENBERGER, I. et al. Quality of lemons sealed in high-density polyethylene film during long-term storage at different temperatures with intermittent warming. **Journal of Horticultural Science**, Chicago, v.65, n.5, p.603-610, 1990.
- CORTEZ, L.A.B.; CASTRO, L.R.; VIGNEAUT, C. Resfriamento rápido a ar: métodos da câmara frigorífica e do ar forçado. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 11, p.231-272.
- FERGUSON, I.B.; SNELGAR, W.; LAY-LEE, M. et al. Expression of heat shock proteins in apple fruit in the field. **Australian Journal of Plant Physiology**, Coollingwood, v.25, p. 155-163, 1998.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2000. 546p.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington: USDA (Agriculture Handbook, 66), 1986. 130p.
- MARANGONI, A.G.; BUTUNER, Z.; SMITH, J.L. et al. Physical and biochemical changes in the microsomal membranes of tomato fruit associated with acclimation to chilling. **Journal of Plant Physiology**, Löbdeglaben, v.135, p.653-661, 1990.
- MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A.; LAFUENTE, M.T. Effect of high temperature conditioning on ethylene, phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase and polyphenol oxidase activities in flavedo of chilled 'Fortune' mandarin fruit. **Journal of Plant Physiology**, Löbdeglaben, v.150, p.674-678, 1997.
- MCDONALD, R.E.; MILLER, W.R.; MCCOLLUM, T.G. et al. Thiabendazole and Imazalil applied at 53°C reduce chilling injury and decay of grapefruit. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.4, p.397-399, 1991.
- McGUIRRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1254-1255, 1992.
- PARKING, K.L.; MARAGONI, A.; JACKMAN, R.L. et al. Chilling injury. A review of possible mechanism. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v.13, p.127-132, 1989.
- PARSELL, D.A.; LIQUIST, R.E. The function of heat shock proteins in stress tolerance degradation and reactivation of proteins. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto v.27, p. 437-496, 1993.
- PORAT, R.; DAUS, A.; WEISS, B. et al. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.18, p.151-157, 2000.
- RODOV, V.; AGAR, T.; PERETZ, J. et al. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of 'Oroblanco' fruit (*Citrus grandis* L. x *C. paradisi* Macf.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.287-294, 2000.
- RODOV, V.; BEN-YEHOSHUA, S.; ALBAGLI, R. et al. Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.5, p.119-127, 1995.
- SCHIRRA, M.; AGABBIO, M.; D'HALLEWIN, G. et al. Responses of Tarocco oranges to picking date, postharvest hot water dip, and chilling storage temperature. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Columbus, v.45, p.3216-3220, 1997.
- SCHIRRA, M.; MULAS, M. Keeping quality of 'Oroblanco' grapefruit-type as affected by hot dip treatments. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v.7, p.73-76, 1993.
- SIEGEL, S.M.; SIEGEL, B.Z. Peroxidase activity and stress: a complex relationship. In: GREPPIN, H.; PENEL, C.; GASPAR, T.H. **Molecular and physiological aspects of plant peroxidases**. Geneva University, 1986. p.427-432.
- TING, S.V.; ROUSEFF, R.L. **Citrus fruits and their products**: analysis y technology. New York: Marcel Dekker, Inc., 1986. 293p.