



## ANÁLISE EXPERIMENTAL DA VARIAÇÃO DA VELOCIDADE DO AR NO INTERIOR DE UMA CÂMARA FRIA PARA ARMAZENAMENTO DE MANGA “TOMMY ATKINS”

ACÁCIO FIGUEIREDO NETO<sup>1</sup>, JOSÉ DE CASTRO SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia. Agrícola, Professor da UNIVASF / Juazeiro – BA, [acaciofneto@yahoo.com.br](mailto:acaciofneto@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Mecânica, Professor da UNIVASF / Juazeiro – BA, [castro.silva@univasf.edu.br](mailto:castro.silva@univasf.edu.br)

Apresentado no

IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010

XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010

25 a 29 de julho de 2010 - Vitória - ES, Brasil

**RESUMO:** Esse trabalho utilizou um protótipo de uma “mini” câmara frigorífica com variadores de velocidades nos motoventiladores que circulam o “ar frio” pelo evaporador do sistema de refrigeração, tradicionalmente as pesquisas analisam a armazenagem de frutas efetuando alterações apenas na temperatura e umidade relativa do ar sem que seja verificado se a mudança da velocidade do ar contribui no armazenamento. Tendo em vista melhorar a qualidade pós-colheita da manga “Tommy Atkins”, variedade mais produzida e comercializada no Vale do São Francisco, este experimento tem o objetivo de analisar o comportamento desta fruta quando submetida a um processo de resfriamento, fixando-se a temperatura entre 10°C e 12°C, a umidade relativa (UR) a 85%  $\pm 2$  e alterando a velocidade do ar a 2m/s ou a 4,2m/s. As primeiras medições apontam que a manga sendo mantida a uma temperatura do ar interno de 10°C, com a umidade em 85%  $\pm 2UR$  e a velocidade do ar em torno de 4,2m/s ocorre dano pelo frio causando queimaduras na casca do fruto quando justamente a velocidade do “ar frio” na saída do evaporador está alta. Quando diminuímos a velocidade do “ar frio” para 2m/s a fruta passa a manter sua aparência e sua coloração, não sofrendo mudanças que comprometam sua qualidade nesta fase pós-colheita.

**PALAVRAS-CHAVE:** refrigeração, manga, armazenamento.

### EXPERIMENTAL ANALYSIS OF AIR SPEED VARIATION WITHIN ONE CAMERA FOR COLD STORAGE OF MANGO 'TOMMY ATKINS'

**ABSTRACT:** This study used a prototype of a "mini" refrigerator with variable-speed motorized fans that circulate in the "cold air" by the evaporator of the refrigeration system, traditionally the research analyzed the storage of fruits making changes only in temperature and relative humidity without verification that the change of air velocity helps in storage. To improve the postharvest quality of mango "Tommy Atkins" variety most widely produced and traded in the São Francisco Valley, this experiment aims to analyze the behavior of this fruit when subjected to a cooling process, setting the temperature between 10°C and 12°C, relative humidity (RH) at 85% +2 and changing the air velocity 2m/s or 4.2m/s. The first measurements indicate that the slide was maintained at a temperature of the indoor air of 10°C with humidity at 85 +2% RH and air velocity around 4,2m/s chilling injury occurs causing burns in the fruit peel precisely when the speed of the "cold air" at the evaporator outlet is high. When we decrease the speed of the "cold air" to 2m/s dried fruit to maintain its appearance and its color and does not undergo changes that compromise their quality in this post-harvest.

**KEYWORDS:** refrigeration, mango, storage.

**INTRODUÇÃO:** No Brasil, o cultivo da mangueira é uma das principais atividades do agronegócio, apresentando desempenho crescente nos últimos anos. Entre as regiões brasileiras produtoras de manga, o Vale do São Francisco é a que mais se destaca, respondendo por 93% das vendas externas de manga, destinadas principalmente ao mercado europeu e americano (VALEXPOR, 2008). Um dos

fatores que contribuíram para o crescimento da produção de manga “Tommy Atkins” na região foi o desenvolvimento de infra-estrutura sólida e adequada à inserção de novas tecnologias pós-colheita, como: determinação do ponto de colheita direcionado para a realidade dos mercados; refrigeração adequada; uso de revestimentos, inibidores da síntese e ação do etileno; tratamento hidrotérmico; uso de embalagens apropriadas; e melhoria do transporte, principalmente, no Brasil, que conta com uma grande extensão territorial (RIBEIRO, 2008). O uso da refrigeração é recomendado para vários produtos, porque retarda a ação dos seguintes fatores: o envelhecimento devido ao amadurecimento, conduzindo a mudanças na textura e na cor; as mudanças metabólicas indesejáveis e produção de etileno e de calor vital pela respiração; a perda de umidade e conseqüentemente o murchamento; a deterioração devido à bactéria e fungos e o crescimento indesejável de brotamento e alongação de caules (CHITARRA & CHITARRA, 2005). JERÔNIMO (2000) avaliando o efeito de baixas temperaturas de armazenamento em mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Parwin’, verificou que frutos sem embalagem e armazenados a 13°C tiveram vida útil prolongada por 8 dias em relação aos frutos armazenados sob condições ambiente, mas aqueles armazenados a 5°C não amadureceram e apresentaram sintomas de danos ao frio (*chilling injury*). Essa desordem fisiológica é tão mais acentuada quanto menos maduro estiver o fruto (FRUPEX, 1994). O presente trabalho objetivou analisar o comportamento desta fruta quando submetida a um processo de resfriamento, fixando-se a temperatura entre 10°C $\pm$ 2 e a umidade relativa de 85%  $\pm$ 2, alterando a velocidade do ar entre a faixa de 2,0m/s a 4,2m/s.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi efetuado através de uma parceria entre os Colegiados de Engenharia Mecânica e Engenharia Agrícola da UNIVASF (Universidade Federal do Vale do São Francisco) no Campus de Juazeiro – BA. A mini-câmara fria (refrigerífica) foi montada com equipamentos de refrigeração (01 compressor, condensador, capilar e evaporador) simulando em protótipo uma câmara fria convencional para armazenamento refrigerado de frutas, como mostram as Figuras 1 e 2. Os frutos de manga variedade “Tommy Atkins” foram colhidos na Fazenda Timbaúba localizada em Petrolina – PE, e se encontravam no estágio 2 de maturação, considerados de categoria para exportação.

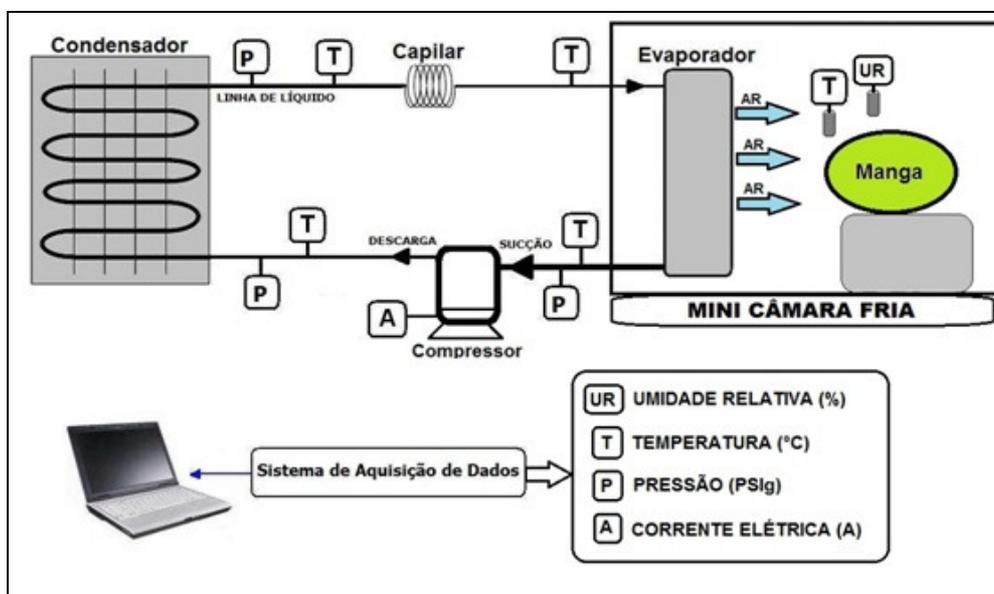


FIGURA 1. Ilustração do sistema de refrigeração utilizado na mini-câmara fria. Fonte: Autores (2010).

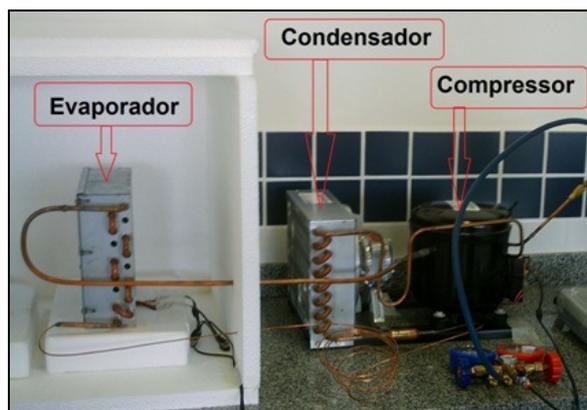


FIGURA 2. Sistema de refrigeração utilizado na mini-câmara fria. Fonte: Autores (2010).

TABELA 1. Especificações técnicas do sistema de refrigeração utilizado.

Fluido (Gás utilizado)	R-600a (Isobutano)
Tensão	220V (CA)
Corrente Elétrica	1,2A
Pressão de Sucção	2PSI <sub>g</sub>
Pressão de Descarga	85PSI <sub>g</sub>

Os estudos foram realizados no Laboratório de Refrigeração da sub-área de Termofluidos do Colegiado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). A sequência empregada para os experimentos é indicada a seguir:

- 1º) Instalação/conexão dos componentes que formam o sistema de refrigeração;
- 2º) Instalação da instrumentação para a coleta de dados;
- 3º) Acionamento do compressor;
- 4º) Ajuste do controle de temperatura (termostato) até a manutenção da faixa de 9°C a 11°C;
- 5º) Medição da massa (g) da manga antes de colocá-la no interior da câmara;
- 6º) Medição da massa (g) da manga depois do tempo de análise.

As medições tiveram intervalos de 15 minutos, onde cada experimento foi 10 vezes repetido para as coletas dos dados (medições). O início das coletas, ou seja, a primeira medição de cada coleta foi feita com a temperatura interna atingindo 10°C e com 85% de UR.

**RESULTADOS E DISCURSÕES:** Para o estudo do efeito do resfriamento da manga durante 12 horas de armazenamento foi constatado que a manga “Tommy Atkins” sofre escurecimento da casca durante o processo a uma velocidade do ar de 4,2m/s (Figura 3).



FIGURA 3. Amostras submetidas as velocidades de 4,2m/s e 2m/s. Fonte: Autores (2010).

A medida que com a velocidade do ar em 2m/s não houve o aparecimento de manchas na casca e o peso da fruta não teve variações significativas. Este resultado confirma o que MITCHELL (1992) encontrou a respeito do fluxo de ar, que deve ser entre 1 a 2m/s para uma equilibrada ventilação na câmara de refrigeração. Pois, o interesse maior da conservação de frutas frescas está em manter sua qualidade por mais tempo gastando menos energia. Para velocidades acima das citadas por MITCHELL (1992), no caso de 4,2m/s, o fruto apresentou manchas na casca e enrugamento devido ao fato da mudança da sua temperatura ocorrer bruscamente. Desta forma, a informação que trata deste intervalo de velocidades será um indicativo para estabelecimento de um modelo numérico computacional.

**CONCLUSÕES:** Com a velocidade de 4,2m/s a uma temperatura de 10°C e 85% de UR, verificou-se dano pelo frio causando escurecimento da casca, diminuição da massa e enrugamento da manga “Tommy Atkins”. Na velocidade de 2m/s a fruta mantém sua aparência e coloração, não sofrendo mudanças que comprometessem sua qualidade nesta fase para comercialização. Portanto, utilizando uma menor velocidade do “ar frio”, conservando a temperatura de 10°C e 85% de UR, mantêm-se o metabolismo em nível mínimo suficiente para conservar as células vivas e preservar a qualidade.

## REFERÊNCIAS

- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, 2002, 428p.
- FRUPEX. *Manga para Exportação: Procedimentos De Colheita E Pós-Colheita*. Ministério da agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Brasília - DF: Embrapa-SPI, 1994. 44p.
- JERÔNIMO, E. M. *Efeito do uso de embalagens associadas a armazenamentos sob refrigeração, na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinária de Jaboticabal, Universidade Federal Paulista, Jaboticabal, 2000, 121p.
- MEDEROS, Bárbara J. T. *Uso de Containers Refrigerados para o Armazenamento de Produtos Agrícolas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas-SP, 1996.
- MITCHELL, F.G. Cooling methods. In: KADER, A.A. *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland, CA, USA: University of California. Division of Agricultura, 1992. Chapter 8.
- NETO, Josué Ferreira et. al. *Avaliação das Câmaras Frias Usadas Para o Armazenamento de Frutas e Hortaliças no Entrepósito Terminal de São Paulo (CEAGESP)*. Revista Engenharia Agrícola, v.26, n.3, p.832-839, set./dez. 2006
- RIBEIRO, T. P. *Perdas pós-colheita de uva e manga registradas em casas de embalagens de empresas sediada no pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA e durante a comercialização no mercado produtor de Juazeiro-BA..* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade de Pernambuco. Petrolina-PE. 2008. p.14-29.
- SILVA, J. C., 2004. *Refrigeração Comercial e Climatização Industrial*. Editora Hemus, São Paulo.
- VALEEXPORT. *Há 20 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira*. Petrolina - PE, 2008, p. 91-95.