



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

TRATAMENTO TÉRMICO COM AR QUENTE NO CONTROLE DE MOSCA-DAS-FRUTAS (*Ceratitis capitata*) EM SAPOTI (*Achras sapota* L.)

Antônio Nustenil de Lima¹; Jacinto de Luna Batista²; Nivânia Pereira da Costa³;
José Lucínio de Oliveira Freire⁴; Carlos Henrique de Brito⁴; Aldeni Barbosa da Silva⁴;
João Vilian de Moraes Lima Marinus⁵; Severino Pereira de Souza Júnior⁶;
Ridelson Farias de Sousa⁷

RESUMO

Um dos principais problemas pós-colheita do sapoti (*Achras sapota* L.) é causado pela mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*), comprometendo sua qualidade e comercialização. Com esta pesquisa objetivou-se avaliar o efeito do ar quente no controle das fases imaturas de *Ceratitis capitata* e na qualidade do fruto. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia, Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Areia-PB. Fez-se infestação artificial dos frutos com ovos de *C. capitata* e, após três dias, efetuou-se o tratamento utilizando ar quente nas temperaturas de $46\pm 1^\circ\text{C}$ e $50\pm 1^\circ\text{C}$, nos tempos de exposição de 30, 45, 60, 75 e 90 minutos. O ar quente foi injetado na câmara por meio de um compressor de ar da marca Skill. Utilizou-se do delineamento inteiramente casualizado, em fatorial $2\times 5+1$ (duas temperaturas, cinco tempos de exposição e uma testemunha), com quatro repetições. Para a análise dos resultados usou-se a regressão logística. O tratamento com ar quente foi eficiente no controle das fases imaturas de *C. capitata* nos tempos de exposição de 75 e 90 minutos e não alterou a qualidade físico-química dos frutos de sapoti.

Palavras-chave: infestação, pós-colheita, *Ceratitis capitata*, *Achras sapota*.

THERMAL TREATMENT WITH HOT AIR IN THE CONTROL OF FRUIT FLY IN SAPOTA

ABSTRACT

One of the main postharvest problems of the sapota (*Achras sapota* L.) is caused by the fruit fly (*Ceratitis capitata*), affecting its quality and commercialization. With this experiment, the objective was to evaluate the effect of hot air as thermal treatment in the control of immature phases of *Ceratitis capitata* and the fruit quality. The research was carried out at Entomology Laboratory – Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia-PB. It was made the damaging of fruits with eggs inoculation of *Ceratitis capitata* and after three days the fruits were treated in hot air at temperatures of $46\pm 1^\circ\text{C}$ and $50\pm 1^\circ\text{C}$, during 30, 45, 60, 75 and 90 minutes. Hot air was injected in the chamber using an equipment of the Skill mark. It was used a randomized design, in factorial scheme of $2\times 5+1$ (two temperatures, five times of exhibition and one control), with four replications. The treatment with hot air was efficient to control the immature phases of *C. capitata* during 75 and 90 minutes of exposure and didn't affect the physical and chemical qualities of the sapota fruits.

Keywords: proliferation, powder-crop, *Ceratitis capitata*, *Achras sapota*.

Trabalho recebido em 15/05/2008 e aceito para publicação em 30/06/2008.

¹ Doutor em Agronomia, Professor da Escola Agrotécnica Federal de Crato, CE, e bolsista de Pós-doutorado pelo CNPq. Rua Tiradentes, 77, ap 303, Centro, Campina Grande, PB, CEP 58101-090. E-mail: nustenil@gmail.com;

² Professor, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Areia, PB. E-mail: jacinto@cca.ufpb.br;

³ Pesquisadora CNPq/FAPESQ, UFPB, CCA, Areia, PB. E-mail: npcosta@cca.ufpb.br;

⁴ Doutorando em Agronomia, UFPB, CCA, Areia, PB. E-mail: luciniooliveira@yahoo.com.br; silva.aldeni@ig.com.br;

⁵ Mestrando em Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), CEEI/Campina Grande-PB. E-mail: joaovilian@gmail.com;

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola, UFCG, PB, E-mail: severo-ita@bol.com.br;

⁷ Doutor em Engenharia Agrícola, UFCG, PB. E-mail: ridelsonfarias@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

O Sapotizeiro (*Achras sapota* L.) é uma fruteira nativa da América Central, provavelmente do sul do México; adapta-se a diversas condições edafoclimáticas, sendo o seu cultivo mais produtivo em altitudes inferiores a 400m e temperatura acima de 28 °C (LAKSHMINARAYANA, 1980). No Brasil, a área de produção de sapoti em 1996 foi de 63,3 ha, com uma população de 8.019 plantas, e uma produção de 1.854.000 frutos, atingindo uma receita de R\$ 194.722,63 (IBGE, 1996).

A mosca-das-frutas é uma das principais pragas do sapoti, comprometendo sua viabilidade econômica devido ao estrago causado pela ação da larva no interior do fruto. Geralmente, frutos de sapoti não são submetidos a tratamentos pós-colheita, possivelmente devido às poucas exigências do mercado interno, bem como à falta de iniciativas para a sua exportação.

Os principais tratamentos quarentenários, desenvolvidos para desinfestar frutos para exportação, são a imersão em água quente (SHARP et al. 1989; APHIS, 1990a; LIMA et al., 2007), irradiação (VON WINDEGUTH, 1986) e aquecimento a vapor (APHIS, 1985). O tratamento com ar quente foi desenvolvido no Haváí por Armstrong et al. (1989),

eficaz para matar larvas de moscas em mamão havaiano antes da embarcação para os Estados Unidos (APHIS, 1990b). O ar quente pode ser uma alternativa para o controle das fases imaturas de mosca-das-frutas em sapoti, pois já é utilizado com sucesso no controle da mosca-do-oeste-indiano (*Anastrepha obliqua*), em mangas (MANGAN & INGLE, 1992) e contra *A. suspensa* em carambola (SHARP & HALLMAN, 1992).

A redução nos custos de produção com a adoção de tecnologias que dispensam o uso de produtos agroquímicos e são energeticamente mais econômicas, contribuem, diretamente, para a maior eficiência do uso dos recursos naturais e reduzem os impactos dos aspectos ambientais inerentes ao sistema produtivo agrícola.

Considerando-se as potencialidades de exploração do sapoti no Brasil e as possibilidades de sua produção sob manejo integrado de pragas, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência do tratamento térmico com ar quente no controle das fases imaturas de *C. capitata* em frutos de sapoti e seus efeitos na qualidade fruto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As moscas-das-frutas (*C. capitata*) utilizadas no experimento foram provenientes da criação em dieta artificial

(Tabela 1), mantida no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias, no Campus II de Areia, PB, sob condições de umidade relativa de $85\pm 5\%$, temperatura de 25 ± 2 °C e fotofase de 12 horas, durante o período de julho a setembro de 2005.

As moscas eram mantidas em gaiolas e alimentadas, diariamente, com uma solução de água e mel a 25%, fornecidos em chumaços de algodão, colocados na parte superior da gaiola, durante o período de oviposição. Ao lado das gaiolas eram colocadas bandejas plásticas com água para coleta diária dos ovos. A infestação dos ovos na dieta era feita após 24 a 48 horas da coleta dos ovos. Após 10 a 15 dias de infestação na dieta, os recipientes contendo a dieta e as larvas eram transferidos para bandejas plásticas contendo areia esterilizada para a obtenção das pupas, iniciando-se assim um novo ciclo de criação.

A pesquisa foi desenvolvida com frutos de sapoti colhidos no início da maturação fisiológica (visual) com peso médio de 64g de plantas com idade em torno de 10 anos de efetiva produção, proveniente de pomares localizados no município de Areia-PB.

A infestação foi feita com 10 ovos de *C. capitata* por fruto. Os ovos

apresentavam idade de 24-48 horas da postura e foram introduzidos através de orifícios na parte mediana do fruto com o auxílio de um bisturi clínico e um pincel nº1.

Decorridos 72 horas da infestação, procedeu-se o tratamento dos frutos com ar quente. Os frutos foram submetidos a um ambiente com circulação de ar quente a duas temperaturas 46 ± 1 °C e 50 ± 1 °C, com cinco períodos de exposição: 30, 45, 60, 75 e 90 minutos, ficando um lote de frutos infestados e sem tratamento (testemunha).

Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de dois frutos. Após o tratamento, os frutos foram colocados em bandejas plásticas e, em seguida, em prateleiras nas condições ambientais já descritas.

Para o uso do ar quente foi utilizada uma estufa nas dimensões de 1,0m X 0,8m X 0,4m, adaptada para funcionar uma câmara para circulação do ar quente com uma exaustão na parte superior. A temperatura foi controlada por um termostato ligado ao injetor de ar quente localizado na parte lateral externa da câmara. O ar quente foi injetado na câmara por meio de um equipamento da marca SKill com capacidade de 0,8 m³ por segundo de ar quente, com 1800 W de potência.

Tabela 1. Dieta artificial utilizada para criação das larvas de *Ceratitis capitata*. Areia, CCA/UFPB, 2005

Ingredientes	Peso(g)
Levedo de cerveja	80,0
Cenoura crua ralada	417,5
Nipagin	2,5

Quantidade necessária para preparar 500 gramas de dieta.

A eficiência dos tratamentos foi verificada pela porcentagem de mortalidade de *C. capitata* calculada em função do número de ovos colocados em cada fruto e do número de larvas encontradas dez dias após a infestação.

A análise química da polpa, quanto aos teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH, foi realizada antes e vinte e quatro horas após o tratamento térmico. A perda de peso dos frutos foi determinada pela diferença entre o peso inicial (antes do tratamento), imediatamente após o tratamento e 24h após o tratamento (média de peso de oito frutos).

O pH foi determinado com potenciômetro digital calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 a 25°C, conforme métodos da Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1984). Os sólidos solúveis totais (SST) foram medidos por meio de refratômetro digital modelo RTD-32. A acidez total titulável (ATT) (g Ácido cítrico 100g de

polpa⁻¹) foi determinada por titulometria com NaOH a 0,1N, utilizando fenoftaleína como indicador, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x5+1 (duas temperaturas, cinco tempos de exposição e uma testemunha com quatro repetições de dois frutos por tratamento). Para efeito de análise, os dados foram avaliados utilizando modelos lineares generalizados, considerando a distribuição binomial e o link logit, ou logístico e para qualidade do fruto foi usada a análise de variância e o teste F.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito da temperatura e do tempo de exposição ao calor

Não houve efeito das temperaturas de 46 e 50 °C na mortalidade de fases imaturas de *C. capitata* em frutos de sapoti (Tabela 2),

Tabela 2. Resumo da análise do modelo linear generalizado dos fatores tempo (TO) e temperatura (TE) sobre a mortalidade de *Ceratitis capitata*. Areia, CCA/UFPB, 2005.

FV	GL	Deviance	Qui-quadrado
TE	1	146,1675	4,13 ^{NS}
TO_	4	16,6148	129,55**
TE*TO_	4	16,4838	0,13 ^{NS}

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste qui-quadrado; NS: Não significativo pelo teste qui-quadrado

Conseqüentemente foi calculada a porcentagem média de mortalidade em ambas as temperaturas como também a frequência de larvas mortas nos tempos de exposição (30, 45, 60, 75 e 90 minutos).

O tempo de exposição ao calor foi importante para o aumento da taxa de mortalidade de *C. capitata* no tratamento com ar quente tanto na temperatura de 46 °C como na temperatura de 50 °C, havendo nos resultados uma proporcionalidade da taxa de mortalidade com o tempo de exposição dos frutos.

Os melhores resultados foram evidenciados nos tempos de exposição de 75 e 90 minutos nas temperaturas aplicadas. Nos tempos de 30, 45 e 60 minutos de exposição a porcentagem de mortalidade foi inferior a 90%, havendo a necessidade de um aumento gradual do tempo até atingir índices satisfatórios de mortalidade. Observou-se no tempo de exposição de 90 minutos a maior porcentagem de inviabilidade de ovos e/ou larvas de *C. capitata*.

Foram eliminadas 50% das fases imaturas de *C. capitata* no tempo estimado de 38,6 minutos de exposição e 90% no tempo estimado de 63 minutos, nas temperaturas de 46 e 50°C. O índice de segurança quarentenária para eliminar 99,99% de fases imaturas de *C. capitata* foi estimado no tempo de 90,8 minutos pelo modelo estatístico adotado (Figura 1).

Os resultados desse trabalho estão satisfatórios comparados aos verificados por outros autores. Sharp (1992) usou o ar quente no controle da mosca-das-frutas em manga (*Mangifera indica*) e atingiu índices de segurança quarentenários de 99,99% de mortalidade aos 136,7 minutos na temperatura de 48±0,3°C. Já McDonald et al. (1993) empregou ar quente, no controle dessa mesma espécie de inseto, em pomelo (*Citrus maxima*), quando necessitou de 180 minutos a 46 °C para atingir o índice quarentenário.

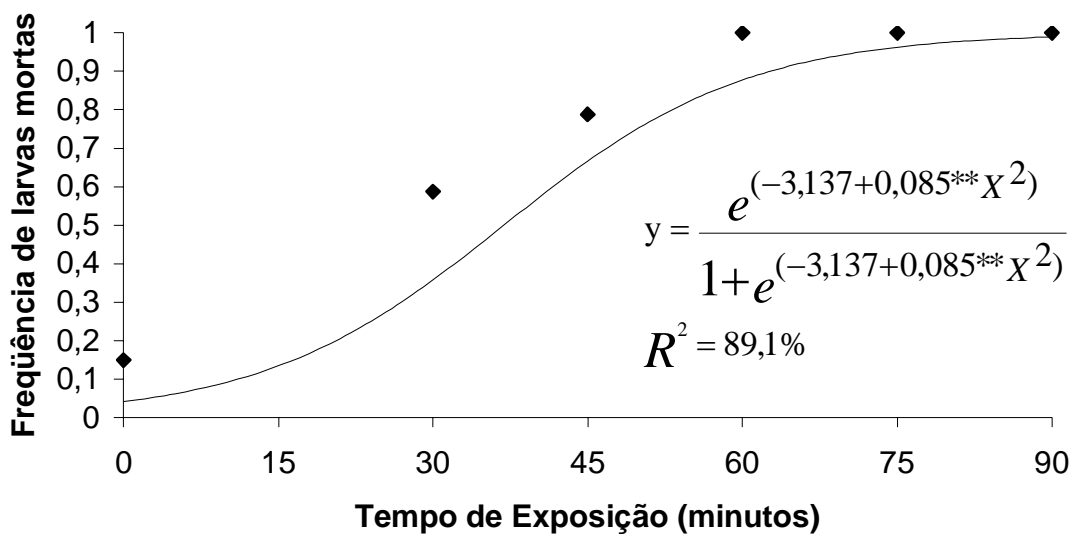


Figura 1. Frequência de larvas mortas de *Ceratitis capitata* em frutos de sapoti em função do tempo de exposição ao ar quente. Médias dos tratamentos nas temperaturas de 46 e 50°C. Areia, CCA/UFPB, 2005. (** Significativo a 1% pelo teste qui quadrado).

No presente estudo, o índice quarentenário para o controle das fases imaturas de *C. capitata*, em frutos de sapoti, foi atingido em menor tempo de exposição, provavelmente devido às diferenças existentes entre os frutos tratados (manga, pomelo e sapoti) e, principalmente, com relação ao tamanho, peso e consistência do fruto.

Outros trabalhos utilizando o ar quente no controle de mosca-das-frutas foram feitos por Miller et al. (1991), que estudaram o efeito com ar quente em frutos de carambola (*Averrhoa carambola*) infestadas por *A. suspensa* na Flórida (EUA), com o tempo de exposição de 90, 120 e 180 minutos e fluxo de ar de

aproximadamente 0,4 m³/s. Esses autores chegaram a resultados satisfatórios com relação a desinfestação do fruto aos 47°C.

Shellie & Mangan (1995) efetuaram o controle da mosca-das-frutas em tangerina (*Citrus reticulata*) a uma temperatura de 45 °C no intervalo de 210 a 240 minutos; enquanto Shellie & Mangan (1996) utilizaram o ar quente à temperatura constante de 46°C, por 300 minutos, em pomelos para o controle da mosca-das-frutas.

O tratamento quarentenário deve matar todos os insetos presentes no fruto sem comprometer a sua qualidade. Baseando-se na pesquisa de Miller et al.

(1991), o uso de ar quente também pode ser um tratamento quarentenário aceitável para desinfestar os frutos de sapoti quanto às fases imaturas de *C. capitata*.

3.2. Qualidade dos Frutos de Sapotizeiro

Para essas avaliações, foi efetuado o tratamento apenas na temperatura de 50 °C, uma vez que as duas temperaturas utilizadas não diferiram estatisticamente entre si.

Não foi verificado efeito de significância do ar quente no pH dos frutos de sapoti, o qual variou de 5,0 a 5,3 (Figura 2). O mesmo ocorreu na acidez total titulável, a qual variou de 0,04 a 0,058 mg de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹ (Figura 3), e na quantidade de sólidos solúveis totais, a qual variou de 15 a 21,1°Brix (Figura 4).

Portanto, fica evidenciado que o ar quente não comprometeu a aparência interna e externa do fruto de sapoti. Esses resultados podem ser comparáveis com aqueles obtidos por Miller et al. (1991), Sharp (1992), os quais não encontraram nenhum efeito contrário na condição do fruto ou qualidade de mangas testadas com ar quente.

O fruto do sapotizeiro apresenta-se muito variável na forma e nas características químicas, inclusive no

mesmo indivíduo. Contudo, apesar de vários trabalhos terem sido realizados (LAKSHMINARAYANA & SUBRAMANYAN, 1966; SUNDARAJAN & RAO, 1967; LAKSHMINARAYANA & MORENO RIVERA, 1979; LAKSHMINARAYANA, 1980) não se conhece ainda o ponto ótimo de colheita de seus frutos, o que confirma com este trabalho a existência de variações físico-químicas, embora não significativas estatisticamente, devido à dificuldade de padronização do fruto de sapoti.

A perda de água pelos frutos geralmente provoca alteração no aspecto externo da casca, o que não foi observado para o intervalo de tempo avaliado. Para estudos futuros recomenda-se que sejam feitas avaliações para esse parâmetro com um intervalo de tempo maior.

4. CONCLUSÕES

A estimativa de eficiência na mortalidade de fases imaturas de *C. capitata* para fins quarentenários do tratamento térmico com ar quente em frutos de sapoti foi de 90,8 minutos nas temperaturas estudadas. O tratamento térmico com ar quente não influenciou no teor de sólidos solúveis totais, na acidez total titulável e no pH dos frutos de sapotizeiro, nas condições estudadas.

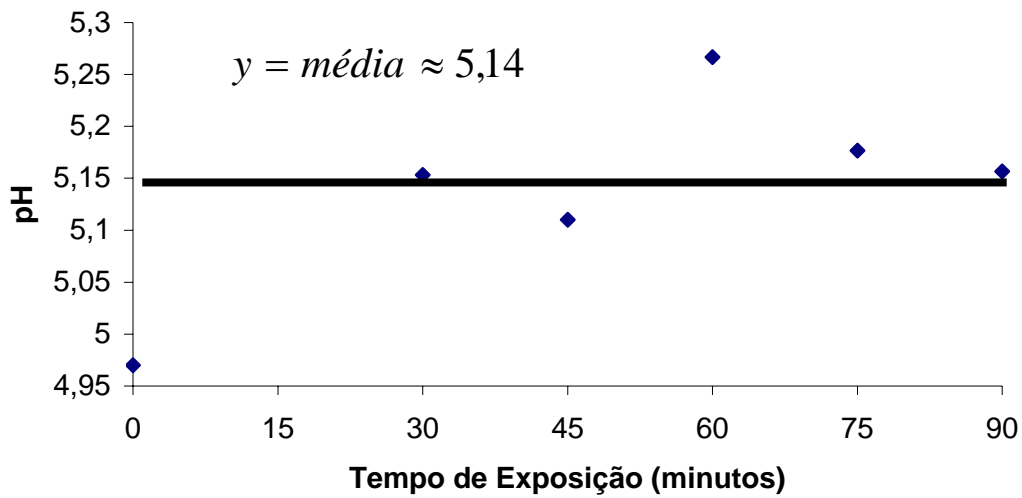


Figura 2. pH de frutos do sapoti em função do tempo de exposição ao ar quente. Areia, CCA/UFPB, 2005.

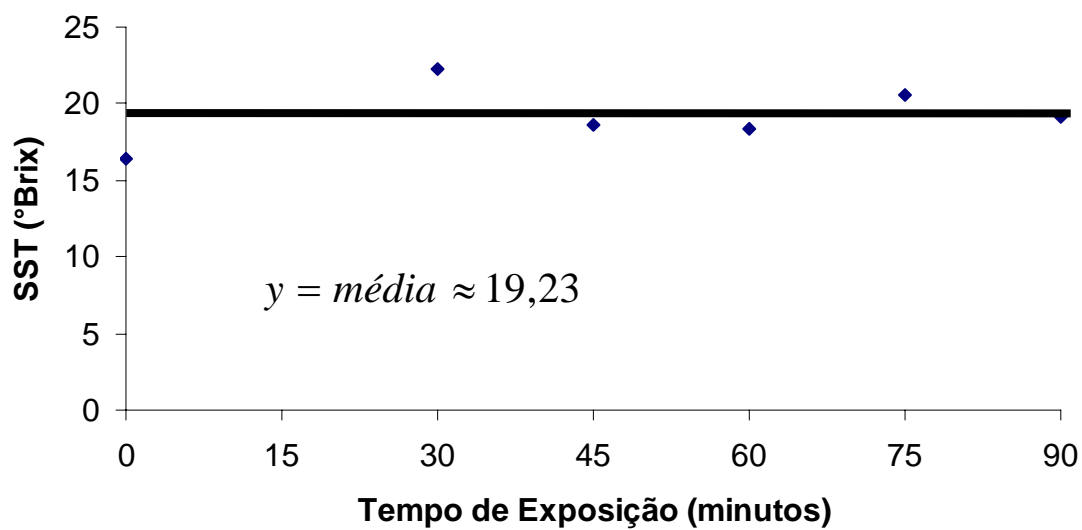


Figura 3. Teor de sólidos solúveis totais de frutos de sapoti em função do tempo e exposição ao ar quente. Areia, CCA/UFPB, 2005.

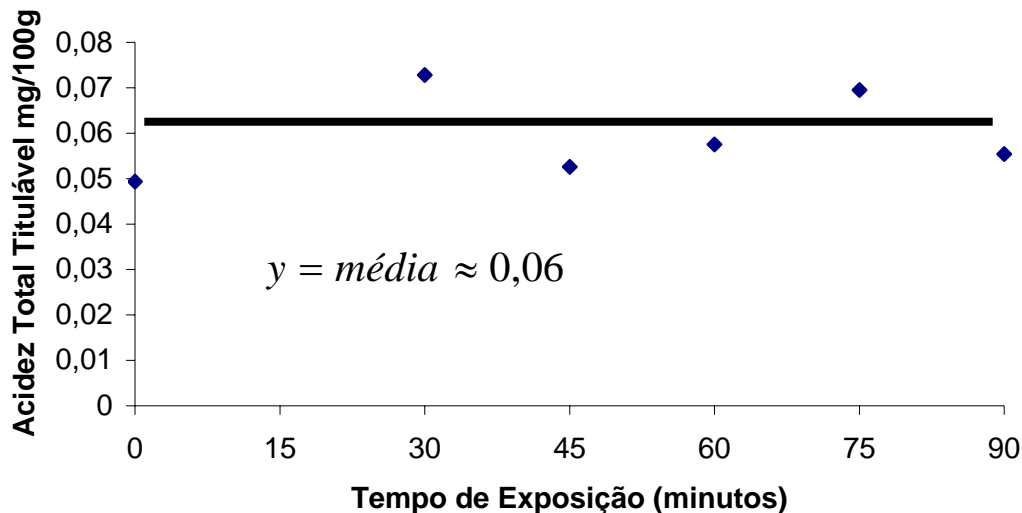


Figura 4. Acidez total titulável dos frutos de sapoti em função do tempo de exposição ao ar quente. Areia, CCA/UFPB, 2005.

REFERÊNCIAS

- APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service). **Plant protection and quarantine treatment manual**. Section VI-T106, Vapor heat. U.S. Government Printing Office. Washington, DC. p.24. 1985.
- APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service). **Plant protection and quarantine treatment manual**. Section VI-T102(5), Hot water dip, pp. 9-10. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. p.9-10a. 1990a.
- APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service). **Plant protection and quarantine treatment manual**. Section VI-T102(5), High temperatures forced air. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. p.11-12a. 1990b.
- ARMSTRONG, J. W.; HANSEN, J. D.; HU, B. K.; BROWN, S. A. High-temperature, forced-air quarantine treatment for papayas infested with Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. v.82, n.6, p.1667-1674. 1989.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Ed. 12 Washington D.C. 1094p. 1984.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v. 1, 385p. 1985.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. 1996.

- LAKSHMINARAYANA, S., Sapodilla and Prickly Pear. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits. Composition, properties and uses.** Westport: Avi publishing, p.415-441. 1980.
- LAKSHMINARAYANA, S.; SUBRAMANYAN, H. Physical, chemical and physiological changes in sapota fruit [*Achras sapota* Linn. (sapotaceae)] during development and ripening. **Journal of Food Science & Technology**, Mysore, v.3, p.151-154. 1966.
- LAKSHMINARAYANA, S.; MORENO RIVERA, M. A. Proximate characteristics and composition of sapodilla fruits grown in México. **Proceedings of Florida State Horticultural Society** [s.l], v.92, p.303-305. 1979.
- LIMA, A. N.; BATISTA, J. L.; COSTA, N. P.; PEREIRA, W. E.; BRITO, C. H.; SILVA, A. B.; MARINUS, J. V. M. L.; SOUSA JÚNIOR, S. P. Influência do tratamento térmico com água quente no controle de *Ceratitis capitata* (diptera: tephritidae) e na qualidade dos frutos de sapoti (*Achras sapota* L.). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 4, n. 2, p. 68 - 78, 2007. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=101>>. Acesso em: 19/06/2008.
- MANGAN, R. L.; INGLE, S. J. Forced hot-air quarantine treatment for mangoes infested with West Indian fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. v.85, n.5, p.1859-1864. 1992.
- MCDONALD, R.E.; MILLER, W.R.; MITCHAM, E.J. Temperature as a quarantine treatments of Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) and its effect on product condition and quality. **Florida Entomologist**, homestead, FL, v.76, n.2, p.218-224, 1993.
- MILLER, W.R.; McDONALD, R.E.; SHARP, J.L. Quality changes during storage and ripening of 'Tommy Atkins' mangos treated with heated forced air. **HortScience**. v.26, p.395-397. 1991.
- SHARP, J. L. Hot-air quarantine treatment for mango infested with Caribbean fruit fly (Diptera:Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. v.85, n.6, p.2302-2304. 1992.
- SHARP, J. L.; OUYE, M. T.; HART, W.; INGLE, S.; HALLMAN, G.; GOULD, W.; CHEW, V. Immersion of Florida mangoes in hot water as aquarantine treatment for Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. v.82, p.186-188. 1989.
- SHARP, J. L.; HALLMAN, G. J. Hot-air treatment for carambolas infested with Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. v.85, n.1, p.168-171. 1992.
- SHELLIE, K. C.; MANGAN, R. Heating rate and tolerance of naturally degreened 'Dancy' tangerine to high-temperature, forced air for fruit fly disinfestation. **HortTechnology**, Alexandria, VA, v. 5, p. 40-43, 1995.

SHELLIE, K.C.; MANGAN, R.L.
Tolerance of red-fleshed grapefruit to a constant or stepped temperature, forced-air quarantine heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**. v.7, n.1-2, p.151-159. 1996.

SUNDARAJAN, S.; RAO, V. N. M.
Estudies on fruit Development and Fruit Quality in some varieties of sapota (*Achras zapota* L.). **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v.15, p.52-57. 1967.

VON WINDEGUTH, D. L. Gamma irradiation as a quarantine treatment for Caribbean fruit fly infested mangos. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.99, p.131-134. 1986.