



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

ACÇÃO DA TEMPERATURA NO CONTROLE DE FUNGOS CAUSADORES DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA EM MAMÃO

Raquel Andrade **Eschionato**¹; Erica Tieme **Konda**²; Caroline dos Santos Mendes **Souza**³; Rosely dos Santos **Nascimento**⁴; Daniel **Terao**⁵

Nº 17412

RESUMO - *As doenças pós-colheita são fatores limitantes para estocagem e exportação de mamão e é crescente o interesse por métodos alternativos de controle. O tratamento hidrotérmico tem se mostrado como método promissor podendo ser integrado a outros. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito in vitro do tratamento térmico nos principais fungos causadores de podridão na pós-colheita do mamão: Fusarium solani, Alternaria alternata, Colletotrichum gloeosporioides, Phoma caricae-papayae e Lasiodiplodia theobromae, bem como determinar os binômios temperaturas e tempos letais de cada um deles. Discos de micélio foram colocados em bolsas de gaze simples e estéril, depois foram imersas em água destilada estéril em um balão de três bocas contendo um agitador e um termômetro digital, para cada combinação de tempo e temperatura. Após o tratamento térmico os discos de micélio, foram imersos em água gelada, plaqueados em meio BDA e incubados a 25°C. Avaliou-se diariamente o crescimento micelial dos fungos. Observou-se que P. caricae-papayae é o mais sensível deles, com letalidade nas combinações 52°C/60s, 54°C/40s, 56°C/25s, 58°C/20s e 60°C/15s. A. alternata apresenta letalidade nas combinações 52°C/150s, 54°C/100s, 56°C/40s, 58°C/30s e 60°C/10s. C. gloeosporioides apresenta termoresistência intermediária sendo letais os seguintes binômios: 52°C/280s, 54°C/150s, 56°C/80s, 58°C/40s e 60°C/30s. L. theobromae apresenta elevada termoresistência com letalidade nas combinações: 52°C/350s, 54°C/140s, 56°C/80s, 58°C/60s, 60°C/30s e 62°C/20s. F. solani é o mais termoresistente dentre eles com letalidade nas combinações: 60°C/300s, 65°C/200s, 70°C/100s e 75°C/80s. Observou-se que, para a maioria dos fungos estudados, em temperaturas mais altas, a partir de 60°C, curtos períodos de tempos (de 10 a 30 segundos) são letais.*

Palavras-chave: Tratamento hidrotérmico, controle alternativo, *Carica papaya*.

¹ Autor, Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos, FAJ, Jaguariúna-SP; raqueleschionato@gmail.com

² Colaborador, Bolsista EMBRAPA: Graduação em Engenharia de Alimentos, FAJ, Jaguariúna-SP.

³ Colaborador, Bolsista EMBRAPA: Graduação em Engenharia de Alimentos, FAJ, Jaguariúna-SP.

⁴ Colaborador, Técnica de laboratório: Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; rosely.nascimento@embrapa.br.

⁵ Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; daniel.terao@embrapa.br.



ABSTRACT—*Postharvest diseases are limiting factors for the storage and export of papaya, and the interest for alternative methods of control is increasing. Hydrothermal treatment has shown to be a promising method and can be integrated with others. The objective of this work was to evaluate the in vitro effect of the heat treatment on the main papaya post-harvest rotting fungi: Fusarium solani, *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phoma caricae-papayae* and *Lasiodiplodia theobromae*, as well as to determine the lethal time and temperature binomials for each of them. Mycelial discs were placed into sterile and simple gauze bags, and then immersed in sterile distilled water in a three-necked flask containing a stirrer and a digital thermometer, for each time and temperature combination. After the heat treatment, the disks were immersed in cold water, plated in BDA medium and incubated at 25°C. Mycelial growth was measured daily. It was observed that P. caricae-papayae is the most sensitive of them, with lethality on the combinations 52°C/60s, 54°C/40s, 56°C/25s, 58°C/20s and 60°C/15s. *A. alternata* shows lethality in the combinations 52°C/150s, 54°C/100s, 56°C/40s, 58°C/30s and 60°C/10s. *C. gloeosporioides* shows intermediate thermoresistance being lethal in the following binomials: 52°C/280s, 54°C/150s, 56°C/80s, 58°C/40s and 60°C/30s. *L. theobromae* has a high thermoresistance with lethality in the combinations: 52°C/350s, 54°C/140, 56°C/80s, 58°C/60, 60°C/30s and 62°C/20s. *F. solani* is the most thermoresistant among them with lethality in the combinations: 60°C/300s, 65°C/200s, 70°C/100s and 75°C/80s. It was observed that for all of fungi studied, at higher temperatures, from 60 °C, short periods (from 10 to 30 s) are lethal.*

Keywords: Hydrothermal treatment, alternative control, *Carica papaya*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de mamão, com área plantada de 31,9 mil ha e produção de 1,85 milhões de toneladas, representando 15,7% da produção mundial (FAO, 2017). A Bahia contribui com cerca de 45% da produção brasileira, sendo o maior estado produtor do país, seguido do Espírito Santo (32%) e Rio Grande do Norte (4,7%) (IBGE, 2017). Em 2015, houve um incremento significativo de 18,2% na exportação da fruta, ficando o Estado do Espírito Santo na liderança (TREICEL et al., 2016).

As doenças do mamoeiro são a maior causa de perdas em pós-colheita. A incidência e a severidade dessas doenças dependem das condições edafoclimáticas locais das lavouras e, para a implantação das estratégias de manejo é importante o conhecimento do agente causal (VENTURA et al., 2016).



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017 02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

Entre as doenças pós-colheita do mamão, a antracnose é a mais comum, e é causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, que tem a capacidade de se estabelecer no fruto imaturo e permanecer em estado latente, sem o aparecimento de sintomas, até que haja condições para que o processo de infecção ocorra, segundo Ventura e Rezende (2016). Ainda segundo esses autores, este fungo também é responsável pelo sintoma de mancha-chocolate, cujas lesões circulares de coloração marrom-avermelhada, levemente deprimidas ou superficiais e com o amadurecimento da fruta as manchas aumentam de tamanho.

Outra doença importante é a podridão-peduncular, que ocorre em todas as áreas produtoras do mamão (SNOWDON, 1990), podendo ser causada pelos fungos *Lasiodiplodia theobromae*, *Phoma caricae-papayae* e *Fusarium* spp (NERY-SILVA et al., 2007).

O controle dessas doenças é feito pelo uso, nos tratamentos pós-colheita, de fungicidas a base de imazalil e thiabendazol. No entanto, o uso continuado destes produtos tem resultado no surgimento de raças resistentes dos fungos, além de ser prejudicial ao homem e ao meio ambiente, tornando seu uso progressivamente limitado ou proibitivo (FRANCO e BETTIOL, 2002).

Existe, portanto, grande demanda por tecnologia alternativa e limpa no tratamento pós-colheita de frutas, que não deixem resíduos químicos. Dentre eles, o tratamento hidrotérmico tem demonstrado controle eficiente de doenças pós-colheita em diversas espécies frutícolas pela inibição direta do patógeno, bem como pela indução de mecanismos de defesa no hospedeiro (SCHIRRA et al., 2000).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito da temperatura na letalidade dos principais fungos que causam podridões no mamão: *F. solani*, *Alternaria alternata*, *C. gloeosporioides*, *P. caricae-papayae* e *L. theobromae*, para assim definir os binômios ideais de tempo e temperatura para ser usado no tratamento hidrotérmico em pós-colheita das frutas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Isolados fúngicos

Os isolados fúngicos foram selecionados e obtidos da Coleção de Microrganismos de Importância Agrícola e Ambiental (CMAA) da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna (SP): *Fusarium solani* (CMAA 1491), *Alternaria alternata* (CMAA 1487), *Colletotrichum gloeosporioides* (CMAA 1490), *Phoma caricae-papayae* (CMAA 1483) e *Lasiodiplodia theobromae* (CMAA 1488), e mantidos em meio BDA.



2.2 Tratamento hidrotérmico

A partir de colônias fúngicas cultivadas por sete dias em meio BDA+A (Batata-Dextrose-Ágar + Ampicilina) foram retirados discos de 5 mm contendo o micélio de cada espécie fúngica em crescimento ativo. Em seguida, foram colocados oito discos em bolsas de gaze simples estéril. Em um balão de três bocas de 500 ml, contendo água destilada estéril, foi inserido em uma das bocas um termômetro digital (Multi-Thermometer -50 +150°C), em outra o agitador (Modelo: RW 20 Digital- 220V) ajustado para 770 rpm e na terceira boca foi realizada a imersão das bolsas de gaze estéril contendo os discos de micélio. Após os tempos pré-determinados, as bolsas de gaze com os discos foram imersas em água gelada destilada estéril para cessar o efeito do tratamento térmico. Em seguida, os discos de micélio foram plaqueados em meio BDA+A em placas de Petri de plástico (60x15mm) e incubadas à 25°C. Avaliou-se diariamente o crescimento do fungo pela medição do diâmetro da colônia em dois sentidos ortogonais até que a colônia de um dos tratamentos fechasse a placa. As medições foram realizadas com paquímetro digital (6”- 150mm. Ref. DC60).

2.3 Tempos e temperaturas

Avaliaram-se as seguintes combinações de temperatura e tempo, específicas para cada fungo: **F. solani**- 60°C (200, 230, 300 e 330 s), 65°C (120, 160, 200 e 240 s), 70°C (80, 100, 120 e 160 s) e 75°C (60 e 80 s); **A. alternata**- 52°C (100, 130, 150 e 200 s), 54°C (60, 80 e 100 s), 56°C (30, 40, 50 e 60 s), 58°C (10, 20 e 30 s) e 60°C (4, 8, 10 e 20 s); **C. gloesporioides**- 52°C (200, 250, 280 e 300 s), 54°C (100, 120, 150 e 200 s), 56°C (40, 60, 80 e 100 s), 58°C (20, 25, 30 e 40 s) e 60°C (15, 20, 30 e 40 s); **P. caricae-papayae**- 52°C (30, 35, 40, 60, 80, 100, 120, 150, 200 e 250 s), 54°C (25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 120 s), 56°C (20, 25, 30, 40 e 60 s), 58°C (15, 20 e 30 s) e 60°C (10 e 15 s); **L. theobromae**- 52°C (200, 250, 300 e 350), 54°C (80, 100, 120, 140 e 160 s), 56°C (40, 50, 60, 70 e 80 s), 58°C (10, 20, 30, 40 e 60s), 60°C (10, 15, 20, 30 e 40 s) e 65°C (10 e 20 s).

2.4 Parâmetros cinéticos

Aplicou-se o conceito do Valor F, que é o tempo, em uma determinada temperatura, suficiente para destruir as células ou esporos de um determinado microrganismo (JAY, 2005). Foram elaborados os gráficos de Log tempo x Temperatura para cada fungo, que define em média diversas combinações de tempos e temperaturas letais aos fungos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de cada fungo nos diferentes binômios de tempo x temperatura podem ser observados na Figura 1.

Observou-se que o perfil de termosensibilidade varia bastante entre os fungos estudados. *P. caricae-papayae* é o mais termosensível, com letalidade nas combinações 52°C/60s, 54°C/40s, 56°C/25s, 58°C/20s e 60°C/15s (Figura 1A). Em seguida, *A. alternata* também é relativamente sensível à temperatura, com letalidade nas combinações 52°C/150s, 54°C/100s, 56°C/40, 58°C/30s e 60°C/10 (Figura 1B). O *C. gloesporioides* apresenta termoresistência intermediária com letalidade nas combinações: 52°C/280s, 54°C/150s, 56°C/80s, 58°C/40s e 60°C/30s (Figura 1C). Por outro lado, *L. theobromae* apresentou elevada termoresistência, sendo necessário um tempo longo de exposição para alcançar a letalidade; já em temperaturas mais altas ele não difere tanto do *C. gloesporioides*, sendo letal as combinações: 52°C/350s, 54°C/140, 56°C/80s, 58°C/60, 60°C/30s e 65°C/20s (Figura 1D). O *F. solani* é o fungo mais termoresistente analisado, sendo necessário a utilização de temperaturas mais altas e com um período de exposição maior que o necessário para alcançar a letalidade dos demais fungos, obtendo a letalidade nas combinações: 60°C/300s, 65°C/200s, 70°C/100s e 75°C/80s (Figura 1E).

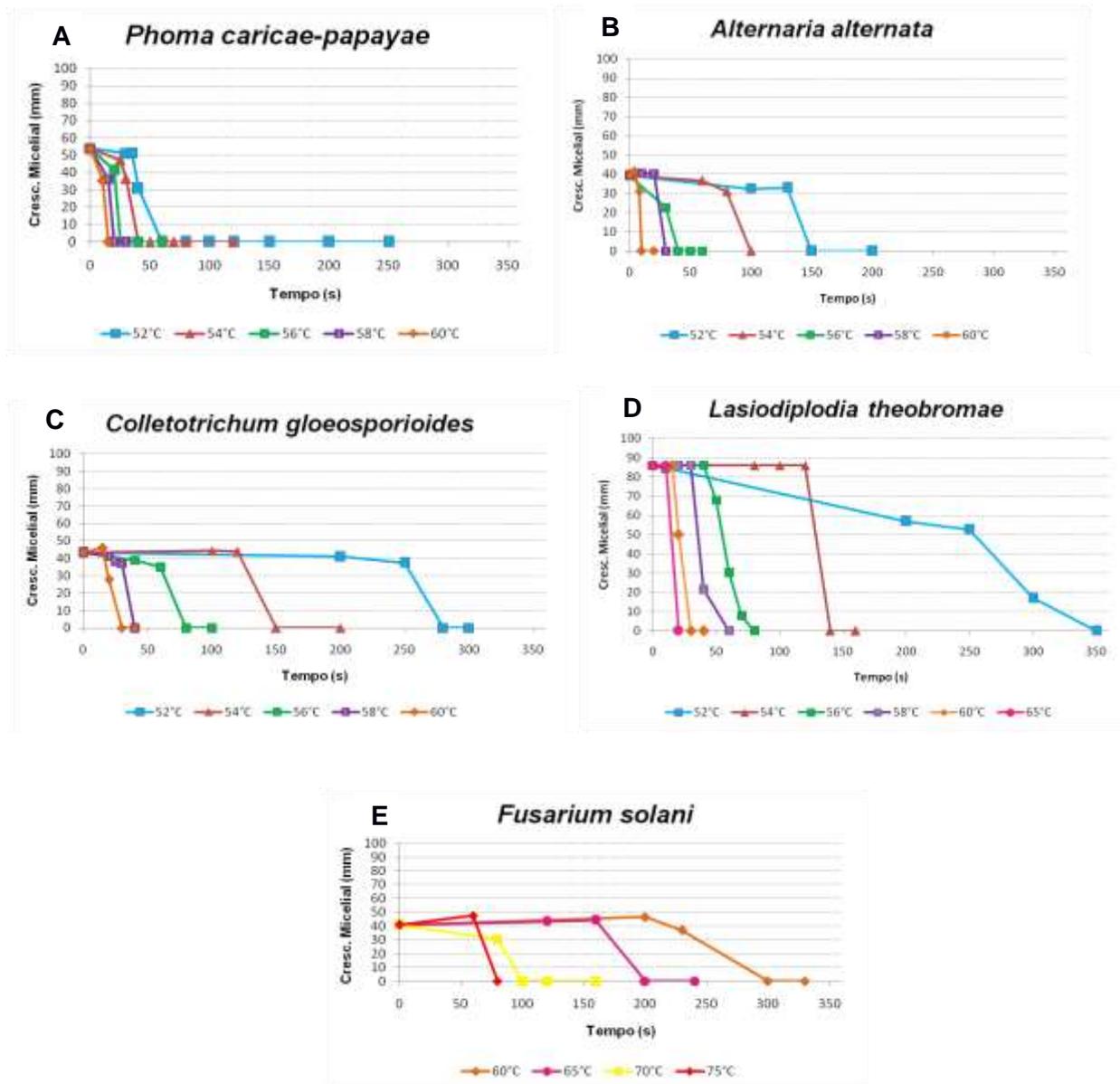


Figura 1. Efeito da combinação de temperaturas com diferentes tempos de exposição no crescimento micelial de: 1A. *Phoma caricae-papayae*, 1B. *Alternaria alternata*, 1C. *Colletotrichum gloeosporioides*, 1D. *Lasiodiplodia theobromae* e 1E. *Fusarium solani*.

De acordo com Ventura et al. (2016), uma das práticas preconizadas nos tratamentos pós-colheita de mamão é a imersão ou pulverização de frutos com água quente, em temperatura de 48°C por 20 minutos. No entanto, neste trabalho foi observado que temperaturas mais altas em um curto período de tempo, entre 10 a 30 s, são letais para a maioria dos fungos estudados, sendo uma melhor alternativa ao invés de um período mais longo de exposição da fruta ao calor, em função da logística da linha de processamento e da menor interferência nas características físico-



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

químicas da fruta. Estes resultados estão de acordo com Silva (2013), observando que laranjas pré-inoculadas com *Penicillium digitatum* submetidas ao tratamento hidrotérmico em temperaturas mais altas com curtos períodos de tempo apresentaram controle eficiente do bolor verde.

É possível observar perfis diferenciados entre as espécies fúngicas, definidos nos gráficos de Log tempo x Temperatura (Figura 2), em função de valores de F, isto é, binômios de temperatura e tempo letais para cada fungo, possibilitando calcular em um determinado processo térmico, diferentes binômios para cada situação específica.

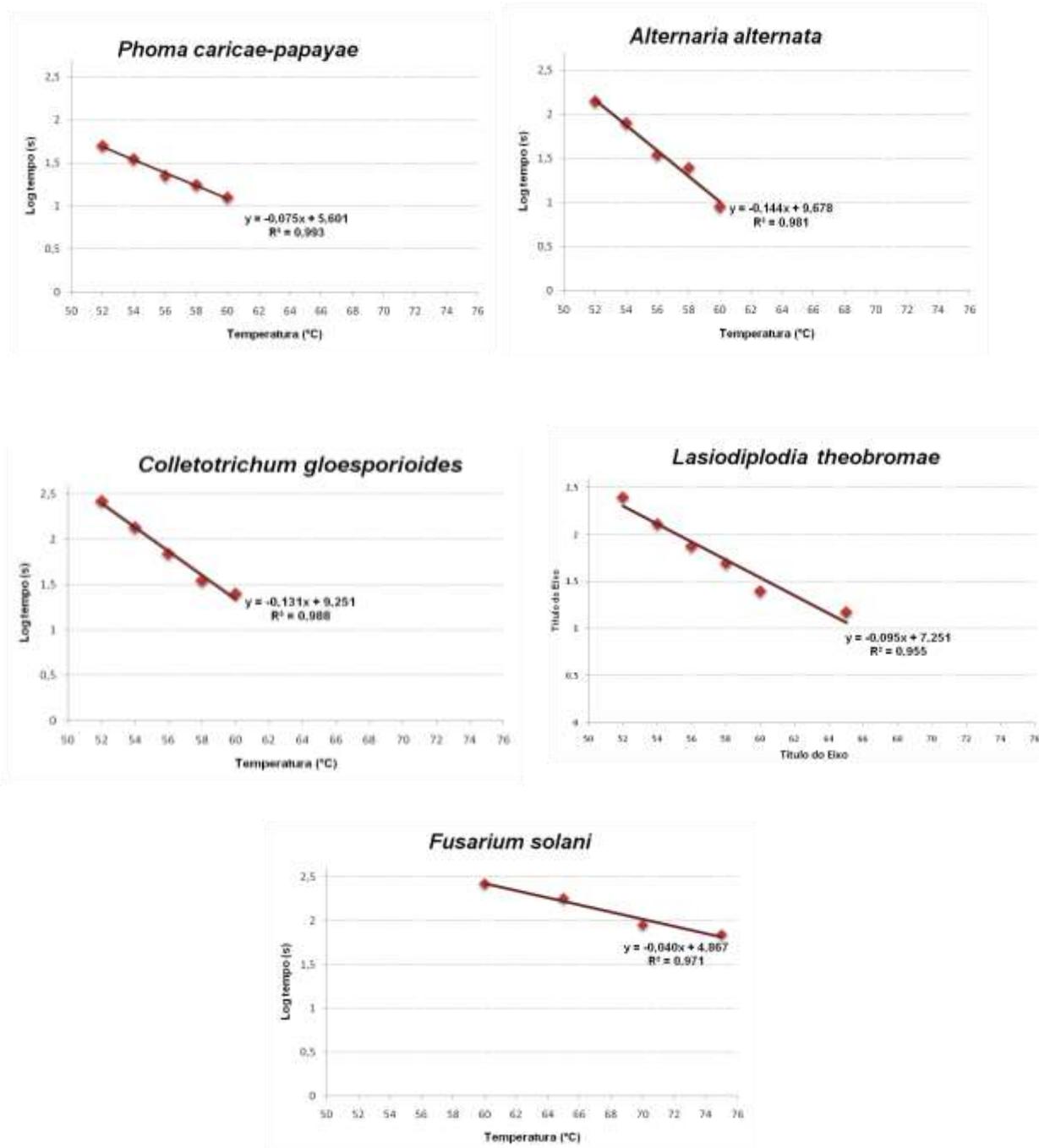


Figura 2. Comparação das médias para obter o binômio tempo e temperatura letal para cada fungo.

Portanto, a identificação do fungo causador da doença pós-colheita é fundamental para se definir a combinação mais adequada de tempo e temperatura no tratamento pós-colheita do mamão. No caso da podridão peduncular, em que o agente causal é uma combinação de diversas espécies fúngicas, o binômio recomendado será aquele letal para a espécie mais termoresistente,



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017 02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

no caso *F. solani*, considerando-se sempre combinações de tempo e temperatura que não prejudiquem as características organolépticas da fruta.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que o uso do tratamento hidrotérmico por aspersão de água quente por um curto período de tempo é um método de controle alternativo ao uso de fungicidas no tratamento pós-colheita e de maior economia de água que o tratamento por imersão. Desenvolver tecnologias limpas é primordial, pois produzir frutos sem resíduos de fungicidas traz benefícios tanto para o produtor que terá menor custo, além de poder fornecer um produto de maior qualidade, preservando a saúde do consumidor.

4 CONCLUSÃO

O binômio de letalidade térmica é específico para cada espécie fúngica causadora de podridões pós-colheita em mamão, sendo que, comparativamente *P. caricae-papayae* apresentou-se como a espécie mais termosensível (60°C/15s) e *F. solani* como a mais termoresistente (60°C/300s). O tratamento hidrotérmico por aspersão de água quente por intervalos curtos de tempo (acima de 60°C por 10 a 30s) é letal para a maioria dos fungos estudados.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e à Embrapa Meio Ambiente pelo apoio logístico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. Food and agriculture organization of the United Nations. Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

FRANCO, D.A.S; BETTIOL, W. Efeito de produtos alternativos para o controle de bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p. 569-572, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712p.



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

NERY-SILVA, F.A.; MACHADO, J.C.; RESENDE, M.L.V.; LIMA, L.A.O. Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p. 1374-1379, 2007.

SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 71-85, 2000.

SILVA, A. M.; TERAQ, D.; SANTOS, T. L. Efeito da temperatura no desenvolvimento de fungos causadores de doenças pós-colheita em laranja. In: CONGRESSO DE INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2013, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: IAC, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/982754/efeito-da-temperatura-no-desenvolvimento-de-fungos-causadores-de-doencas-pos-colheita-em-laranja>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SNOWDON, A.L. **A color atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables** – general introduction & fruits. London: Wolfe Scientific, 1990. v. 1, 320 p.

TREICEL, M; KIST, B.B.; SANTOS, C; CARVALHO, C; BELLING, R. Por ar e mar: mamão papaya. **Revista Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Gazeta, p. 58-61, 2016.

VENTURA, J.A.; REZENDE, J.A.M. Doenças do mamoeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. Ouro Fino: Agronômica Ceres. 2016. p.497-509.

VENTURA, J.A; COSTA, H; TATAGIBA, J.S. Doenças do mamoeiro. **EPAMIG**, v 37, n 290, p. 70-81, 2016.