

TRATAMENTO TÉRMICO POR ASPERSÃO E RADIAÇÃO UV-C EM MANGA

'TOMMY ATKINS' PARA CONTROLE DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA

CAROLINA C. C. M. **ALBERS**¹; ELIANE A. **BENATO**²; DANIEL **TERAO**³; ALFREDO
A. **VITALI**⁴; JOSÉ MARIA M. **SIGRIST**⁴; MARIA FERNANDA P. M. **CASTRO**⁴

Nº 11230

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os métodos de tratamento térmico por aspersão e radiação ultravioleta, isoladamente e combinados, sobre mangas de variedade Tommy Atkins para controle de doenças pós-colheita e extensão do período de conservação. Para tanto, foram realizados testes com aplicação de UV-C *in vitro* demonstrando além da existência de especificidades fúngicas também a não letalidade das doses aplicadas. Em testes *in vivo*, a dose de 2,5 kJ.m⁻² foi a mais efetiva no controle de podridões sem danificar a aparência da fruta. Nos tratamentos hidrotérmicos os binômios letais foram: 54°C/100s, 58°C/30s e 60°C/20s para *Neofusicoccum parvum*; 50°C/160s; 52°C/60s; 54°C/20s e 58°C/10s para *Alternaria alternata* e 54°C/75s, 58°C/20s e 60°C/15s para *Lasiodiplodia theobromae*, mostrando a eficiência no controle de fungos utilizando altas temperaturas e curtos intervalos de tempo. Os parâmetros cinéticos Z indicaram que o tratamento hidrotérmico deve ser ajustado ao fungo mais termorresistente no caso *Botryosphaeria dothidea*, sendo eficiente também para os demais. O tratamento hidrotérmico com aspersão em todas as combinações testadas: 55°C, 60°C, 65°C e 70°C durante 15 segundos mostraram-se eficientes no controle das podridões, apesar de não terem inibido, demonstrando ser a temperatura de 65°C a mais efetiva no controle da doença. A manga Kent é mais sensível a temperaturas elevadas, portanto as temperaturas mais efetivas foram de 55°C e 60°C/15s. Na combinação do tratamento térmico com UV-C, não houve interação significativa entre os fatores. Os tratamentos térmicos a 60°C e 65°C diferiram significativamente da testemunha e não diferiram entre si. Com relação ao tratamento UV-C, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, caalbers@fea.unicamp.br

² Orientadora: Pesquisadora, GEPC/ITAL, Campinas-SP.

³ Coorientador: Pesquisador, EMBRAPA Semiárido/CPATSA, Petrolina-PE.

⁴ Colaborador(a): Pesquisador(a), GEPC/ITAL, Campinas-SP.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the methods of hot water brushing spray treatment and UV-C radiation, alone and combined, on mangoes cv 'Tommy Atkins' and Kent for control of postharvest diseases and extension of shelf life. For this purpose, tests were performed with application of UV-C *in vitro* that demonstrated also the fungus specificity and that doses tested were non-lethal to fungi evaluated. *In vivo* tests, the dose of 2.5 kJ.m⁻² was the most effective on decay control without damaging the appearance of the fruit. In the hot water brushing spray treatment lethal binomials observed were: 54°C/100s, 58°C/30s and 60°C/20s for *Neofusicoccum parvum*; 50°C/160s; 52°C/60s; 54°C/20s and 58°C/10s for *Alternaria alternata* and 54°C/75s, 58°C/20s and 60°C/15s for *Lasiodiplodia theobromae*, showing efficiency in controlling fungi using high temperatures during short time intervals. The kinetic Z parameters indicated that the hot water brushing spray treatment should be adjusted to more heat-resistant fungus in this case *Botryosphaeria dothidea* being also efficient for others. The hot water brushing spray treatment in all combinations tested: 55°C, 60°C, 65°C and 70°C for 15 seconds proved to be effective in controlling decay, although not inhibited, demonstrating that the temperature of 65°C to be the most effective in controlling rots. The mango cv Kent is more sensitive for high temperatures, so the effective temperatures were 55 °C and 60 °C/15s. In the combination of hot water brushing spray treatment with UV-C, no significant interaction between factors were observed. The hot water brushing spray treatment at 60°C and 65°C differed significantly from the control and did not differed between them. About the UV-C treatment, no significant difference were observed between treatments.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, sendo a manga uma fruta de grande expressão na exportação brasileira de frutas frescas. Entretanto, problemas fitossanitários e dentre eles as doenças, tem causado perdas significativas em pós-colheita. Diversas espécies causam podridões em mangas. Para a redução de perdas, utilizam-se fungicidas, que devido a sua contaminação química aliada aos sérios problemas ao meio ambiente e a queda de sua eficiência decorrente do aumento da resistência de isolados tem levado a busca por medidas de controle limpas.

Dentre os métodos alternativos a radiação ultravioleta-C e o tratamento térmico são alternativas sugeridas para reduzir doenças em pós-colheita. A atuação desse

meio físico pode ser direta sobre os patógenos e indireta sobre a fisiologia do fruto, retardando processos bioquímicos de amadurecimento e senescência, mantendo assim a resistência do fruto ao ataque microbiológico.

Portanto, se torna imprescindível a realização de pesquisas com estratégias alternativas de controle de doenças, como as mencionadas, buscando redução nas perdas e manutenção da qualidade de frutas.

MATERIAL E MÉTODOS

Aplicação de radiação UV-C *in vitro*

Em testes de radiação foram utilizadas lâmpadas germicidas de 30 W (Philips® TUV/G30 T8) de uma câmara de radiação ultravioleta, com pico de comprimento de onda de 254 nm. O tempo de exposição foi determinado conforme a fórmula descrita a seguir: Dose (m.W.s.cm^{-2}) = $t(\text{s}) \times \text{fluência} (\text{m.W.cm}^{-2}) \times 10^{-2}$.

Em teste *in vitro* avaliou-se o efeito da radiação UV-C no crescimento micelial dos principais fungos causadores de podridões pós-colheita em mangas, sendo estes: *Botryosphaeria dothidea*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Alternaria alternata* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Para tanto, discos de micélio com 4 mm de diâmetro, retirados da borda de colônias em cultivo prévio, foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) acrescido de oxitetraciclina (50 ug.mL^{-1}). Em seguida, os fungos em placas de Petri abertas foram expostos às diferentes doses de UV-C.

As placas foram incubadas a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sob ausência de luz. O crescimento micelial dos fungos foi determinado diariamente, medindo-se o diâmetro das colônias em direções ortogonais, até que a colônia de um dos tratamentos aplicados atingisse a borda da placa, ou seja, 85 mm. O experimento foi realizado com 8 repetições em delineamento inteiramente casualizado.

Teste de radiação UV-C *in vivo*

Mangas var. Tommy Atkins em estágio de maturação fisiologicamente maduras, provenientes da fazenda Copafruit, Petrolina/PE foram utilizadas no teste. Os frutos foram separados aleatoriamente em 7 grupos constituindo os tratamentos, com 4 repetições de 5 frutos e tratados.

Testaram-se as doses de 0,0; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 e $10,0 \text{ kJ.m}^{-2}$ com distância de 26 cm da fonte de luz. A rotação das mangas em 180° e o uso da ausência de luz

após 1 hora do tratamento foram utilizados. Os frutos foram armazenados por 15 dias em câmara frigorífica a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Os frutos foram avaliados com relação à escaldadura da epiderme dos frutos, atribuindo-se notas de 0 a 4 conforme descrito a seguir: 0 – ausência de escaldadura; 1 – escaldadura muito leve; 2 – escaldadura leve; 3 – escaldadura moderada; 4 – escaldadura forte.

O experimento foi realizado com 4 repetições de 5 frutos por parcela em delineamento inteiramente casualizado.

Teste de tratamento hidrotérmico *in vitro*

Em teste *in vitro* avaliou-se o efeito do tratamento hidrotérmico no crescimento micelial de *Alternaria alternata*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum*.

Discos de micélio foram retirados da borda das colônias fúngicas em crescimento ativo e colocados em bolsas de gaze estéril. Em um balão de três bocas de 500 mL, foi colocado 200 mL de água destilada estéril, inserindo-se em uma das bocas um termômetro digital Incoterm, em outra o agitador (Modelo: RW 20 DS32) ajustado para 450 rpm e no terceiro foram introduzidas as bolsas de gaze estéril contendo os discos de micélio. O procedimento foi utilizado para diferentes combinações de tempo e temperatura, buscando-se o intervalo letal para o binômio. Atingido o tempo necessário para cada tratamento, as bolsas de gaze contendo os discos de micélio foram retiradas da água quente e, imediatamente, colocados em água fria para cessar o efeito do tratamento térmico. Em cada placa contendo meio BDA, foi colocado um disco de micélio, incubados em câmara de germinação (com temperatura controlada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e com luz intermitente 12/12h) e diariamente, sendo avaliado o crescimento micelial pela medição do diâmetro da colônia em dois sentidos ortogonais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 repetições.

Teste de tratamento hidrotérmico por aspersão em manga

Mangas var. Tommy Atkins e Kent, fisiologicamente maduras, foram inoculadas com discos de micélio de *Botryosphaeria dothidea*, retirados da borda das colônias jovens. Com o auxílio de um conjunto perfurador composto de 4 agulhas, fez-se, previamente, 2 microferimentos na região equatorial do fruto a 1-2 mm de profundidade da epiderme dos frutos e submetidas a câmara úmida por 12 horas.

Em seguida, foram submetidas ao tratamento hidrotérmico por aspersão nas temperaturas: 55°C , 60°C , 65°C e 70°C durante 15 segundos. Logo após os tratamentos os frutos foram imersos em água a 25°C durante 1 minuto. Como

testemunha utilizaram-se frutos imersos apenas em água a 25°C. Os frutos foram armazenados em câmara frigorífica durante 15 dias a 10°C±1°C durante 15 dias e posteriormente a 25°C±1°C e 85-90% UR. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições, considerando-se a unidade experimental uma caixa com 6 frutos.

Os tratamentos foram avaliados de acordo com a severidade da podridão através das medidas ortogonais das lesões nos microferimentos dos frutos e expressos em milímetros.

Teste de tratamento térmico combinado com UV-C em manga

Foram utilizadas mangas var. Tommy Atkins, fisiologicamente maduros e sem defeitos. Os tratamentos foram compostos das combinações de tratamento térmico (sem tratamento, 60°C e 65°C) por 15 segundos e radiação UV-C (sem tratamento, 1,5 e 2,5 kJ.m⁻²) e uma testemunha,

Após o tratamento térmico as mangas foram imersas em água a 25°C durante 5 minutos. Os frutos da testemunha, sem tratamento hidrotérmico foram imersos apenas em água a 25°C por 5 minutos. Posteriormente, foram realizados os tratamentos de UV-C, nos quais os frutos foram rotacionados e mantidos sob ausência de luz pelo período de 1 hora após a aplicação das doses. As doses foram aplicadas com distância de 26 cm da fonte de luz.

Os frutos foram colocados em caixas e armazenados em câmara frigorífica durante 15 dias a 10°C±1°C e, posteriormente, 3 dias a 22°C±1°C e 85-90% UR. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, combinando 3 temperaturas com 3 doses de UV-C, totalizando os 9 tratamentos, com 4 repetições, considerando-se a unidade experimental uma caixa com 7 frutos.

Os tratamentos foram avaliados de acordo com a intensidade de escaldadura e severidade da podridão de acordo com uma escala de 0 a 5 atribuída para os diferentes níveis de severidade, conforme descrito a seguir: 0 – ausência; 1 – de 1 a 5 pontos; 2 – de 5 a 10 pontos; 3 – de 10 a 15 pontos ou lesão lateral ou peduncular pequena (até 1 cm); 4 – de 15 a 20 pontos ou lesão lateral ou peduncular média (1-3 cm); 5 – acima de 20 pontos ou lesão lateral ou peduncular grande (acima de 3 cm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes de UV-C *in vitro*, pôde-se observar efeito diferenciado da radiação UV-C para cada espécie fúngica, demonstrando especificidade nos resultados e a não letalidade mesmo com a aplicação de doses elevadas.

No tratamento com radiação UV-C *in vivo*, a dose de 2,5 kJ.m⁻² revelou ser a mais eficiente no controle de infecção fúngica, com controle de aproximadamente 70,20%, provocando escaldaduras entre muito leves e leves, sem comprometer a aparência comercializável da manga. Doses mais elevadas a partir de 5,0 kJ.m⁻² provocaram escaldadura na casca acelerando o avanço da infecção fúngica. Observações semelhantes foram feitas obtidas por González-Aguilar *et al.* (2001 e 2007), em que doses elevadas de UV-C, danificaram a casca da fruta acelerando a severidade da doença. No entanto, os mesmos autores obtiveram resultados mais eficientes em doses mais elevadas, por volta de 4,93 kJ.m⁻², sem danificar a casca.

No tratamento hidrotérmico *in vitro*, notou-se que existe especificidade entre os fungos quanto à termossensibilidade. A espécie *Botryosphaeria dothidea* apresentou o maior valor de Z dentre os fungos avaliados, sendo este ao redor de 9. Desta forma, o tratamento hidrotérmico deve ser ajustado ao fungo mais termorresistente (no caso *B. dothidea*), o que o torna suficiente para controlar aqueles mais sensíveis.

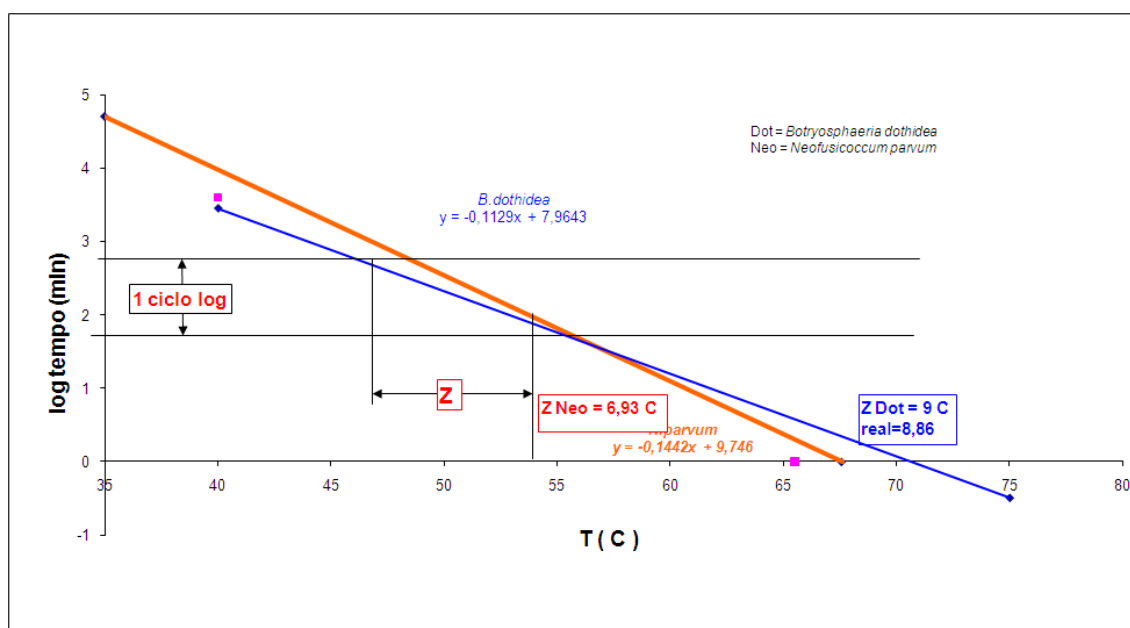


Figura 1. Comparação entre os valores do parâmetro cinético Z para os fungos *Botryosphaeria dothidea* e *Neofusicoccum parvum*.

No tratamento hidrotérmico com aspersão em manga 'Tommy Atkins' com infecção natural, a temperatura de 65°C foi eficiente em todas as etapas da avaliação.

Em análise fitopatológica em manga 'Tommy Atkins' inoculada, todos os tratamentos retardaram o desenvolvimento de podridão, apesar de não terem inibido. Já a análise fitopatológica em manga 'Kent' inoculada, indica as temperaturas de 55°C

e 60°C, como as mais efetivas aos 25 dias, sendo que as temperaturas de 65°C e 70°C causaram escaldadura na epiderme do fruto, favorecendo o desenvolvimento da podridão. Esse fato revela que a manga 'Kent' é termicamente mais sensível que a 'Tommy Atkins'.

Na combinação do tratamento térmico com UV-C, não houve interação significativa entre os fatores. Os tratamentos térmicos a 60°C e 65°C diferiram significativamente da testemunha e não diferiram entre si. Com relação ao tratamento UV-C, os tratamentos não diferiram entre si, como apresentado em testes anteriores, provavelmente, devido ao alto grau de infecções quiescentes em que se encontravam as mangas.

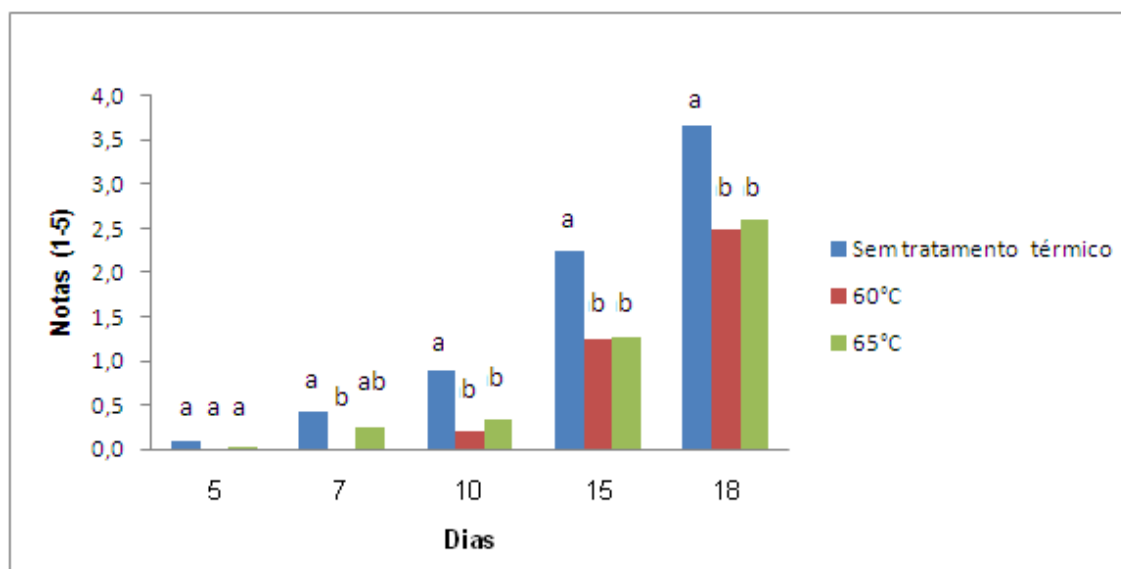


Figura 2. Efeito do tratamento hidrotérmico na severidade de podridão em manga 'Tommy Atkins'.

CONCLUSÃO

- Existe especificidade de sensibilidade a radiação UV-C e calor entre os fungos estudados.
- O fungo *Botryosphaeria dothidea* é mais termorresistente que os demais, com valor de Z ao redor de 9 °C.
- A dosagem de 2,5 kJ.m⁻² de UV-C revelou ser a mais eficiente no controle de infecção fúngica com controle em torno de 70%.

- O tratamento térmico com temperaturas elevadas por curtos intervalos de tempo mostrou-se eficiente no controle de podridões em manga, destacando-se os binômios 60 °C e 65 °C, durante 15 s.
- Os tratamentos avaliados não interferiram significativamente na qualidade físico-química das mangas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ/PIBIC, pela bolsa concedida e, ao GEPC/ITAL, pelo estágio.

LITERATURA CONSULTADA

ANGEL, D.N.; RAMOS, M.A.; ORTIZ, D.T.; JOSÉ, A.R.S. Enfermedades del manga. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAQ, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C. de H. **Patologia Pós-Colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. cap. 28, p.731-774, 2006.

BARKAI-GOLAN, R. Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 2001. p 432.

BENATO, E.A. Meios físicos de controle de doenças pós-colheita em frutos e indução de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, São Paulo, v.26 (suplemento), p.258, 2001.

COSTA, V.S.O. Etiologia e aspectos epidemiológicos da morte descendente e podridão peduncular em mangueira no Nordeste do Brasil. 2009. 82 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A., WANG, C.Y., BUTA, J.G. & KRIZEK, D.T. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p.767-773, 2001.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A., ZAVALA-GATICA, R. & TIZNADO-HERNÁNDEZ, M.E. Improving postharvest quality of mango "Haden" by UV-C treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p.108-116, 2007.

LURIE, S.; FALLIK, E.; KLEIN, J.D. Postharvest heat treatment of apples to control San Jose scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) and blue mold (*Penicillium expansum* Link) and maintain fruit firmness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.123, p.110-114, 1998.