

EFEITO DA APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO UV-C, TRATAMENTO TÉRMICO E PRODUTOS SANIFICANTES NO CONTROLE DE ANTRACNOSE EM GOIABAS PÓS-COLHEITA

LUCIANA F. MIRANDA¹; ELIANE A. BENATO²; PATRICIA CIA³; JOSÉ M. M. SIGRIST⁴;

MARIA F. P. M. CATRO⁴; VALÉRIA D. A. ANJOS⁴; FRANCINE S. PONZO⁵

Nº 0801002

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de métodos físicos (tratamento térmico e UV-C) e sanificantes, isolados e combinados, no controle da antracnose em goiabas brancas 'Kumagai' pós-colheita. Goiabas foram inoculadas com injeção de suspensão de esporos (4.10^5 UFC.mL⁻¹), de *Colletotrichum* sp., e submetidas aos tratamentos: térmico (40°, 45°, 50° e 55°C) em diferentes tempos de exposição (3, 5 e 10 min); radiação UV-C; e sanificantes (hipoclorito de sódio; dióxido de cloro; cloreto de benzalcônio; ozônio; ácido peracético e peróxido de hidrogênio). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 repetições por tratamento e as médias foram analisadas estatisticamente (Tukey, P≤0,05). Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos no início e ao final do armazenamento (23°C/85%UR). Os resultados mais promissores de cada tratamento foram submetidos a testes combinados. Verificou-se que a luz UV-C foi eficiente na redução da antracnose, contudo altas doses causaram bronzeamento nos frutos; o ácido peracético (40µL.L⁻¹) reduziu a antracnose nos frutos sem causar danos; o tratamento hidrotérmico (50°C/3 min) reduziu a antracnose, porém este pode promover o amadurecimento mais rápido dos frutos; a combinação dos tratamentos não foi mais efetiva do que o tratamento térmico isoladamente.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the efficiency of physical methods (thermal treatment and UV-C) and sanitizers, isolated and combined, in the control of anthracnose in white guavas 'Kumagai' postharvest. Guavas had been inoculated with injection of suspension ($4,10^5$ UFC mL⁻¹),

1. Bolsista CNPq: Graduação em Eng. Alimentos, FEA/UNICAMP, Campinas-SP, lmiranda@fea.unicamp.br
2. Orientador: Pesquisador, GEPEC/ITAL, Campinas- SP

3. Colaborador: Pesquisador, IAC, Jundiaí – SP
4. Colaborador: Pesquisador, GEPEC/ITAL, Campinas- SP
5. Colaborador: Mestrado IAC, Campinas – SP

of *Colletotrichum* sp., and submitted to the treatments: thermal (40°, 45°, 50° and 55°C) in different times of exposure (3, 5 and 10 min); radiation UV-C; and different sanitizers (sodium hypochlorite; chlorine dioxide; benzalkonium chloride; ozone; peracetic acid and hydrogen peroxide). The experimental design was a completely randomized with 10 replicates per treatment and the averages had been analyzed statistically (Tukey $P \leq 0,05$). Physicist-chemistries analyses had been made with the fruits in the beginning and in the end of the storage (23°C/85%UR). The most promising results of each treatment had been submitted to the combined tests. It was verified that the UV-C light was efficient in the reduction of anthracnose, however high doses had caused browning in the fruits; the peracetic acid (40µL.L-1) reduced anthracnose in the fruits without damages; the thermal treatment (50°C/3 min) reduced anthracnose, however this can promote the ripening process of the fruits; the combination of the treatments was not more effective than the thermal treatment separately.

Introdução

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutos da goiabeira, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor brasileiro. A goiaba branca 'Kumagai' é a mais cultivada em São Paulo e a principal variedade exportada pelo Brasil (JACOMINO, 1999). O comércio de goiabas no Brasil é limitado pela qualidade dos frutos, resultado de uma pós-colheita inadequada e da falta de estrutura na comercialização. Outro grande problema enfrentado na pós-colheita de goiaba é a incidência de podridões. O desenvolvimento de fungos durante o armazenamento e o transporte é a maior causa de perdas pós-colheita, dentre os patógenos, destaca-se o *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose (MARQUENIE et al., 2002). Desde a década passada, a ênfase em proteção de frutos pós-colheita contra podridões tem sido dada para várias técnicas alternativas de controle, em restrição ao uso de fungicidas, que garantam a segurança do produto e não coloque em risco a saúde dos consumidores, como o uso de compostos naturais e tratamentos físicos. Dentre os métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita o tratamento térmico, a radiação ultravioleta e a sanificação são algumas possibilidades. (BENATO et al., 2002; CIA et al., 2007). Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de métodos físicos (tratamento térmico e UV-C) e sanificantes, isolados e combinados, no controle da antracnose em goiabas brancas 'Kumagai' pós-colheita.

Material e Métodos

Goiabas brancas 'Kumagai', foram inoculadas em dois pontos opostos da região equatorial, com auxílio de uma seringa de cromatografia, aplicando-se uma alíquota de 10 µL de suspensão de conídios (10^5 UFC. mL⁻¹) de *Colletotrichum* sp. Foram então submetidas aos tratamentos descritos a seguir.

- Tratamento térmico: após 4 horas de incubação, os frutos foram tratados por imersão em água aquecida, utilizando-se banho termostático, em diferentes temperaturas (40°, 45°, 50° e 55°C) e tempos de exposição (3, 5 e 10 min), além da testemunha absoluta (T) e da testemunha imersa em água à temperatura ambiente (TA).
- Radiação UV-C: foi utilizada uma câmara com quatro lâmpadas germicidas de 30 W (Yaming Lighting), de comprimento de onda de 254 nm, a uma taxa de fluência constante de 1,74 mW.cm⁻². Os frutos foram dispostos a uma distância de 10 cm da fonte de luz. Num primeiro experimento, após 4 h de incubação, os frutos foram expostos a UV-C pelos períodos de 0; 0,5; 1; 2; 5; 10 e 15 min, respectivamente, às doses de 0,0; 0,52; 1,04; 2,09; 5,22; 10,44 e 15,66 kJ.m⁻². Num segundo experimento, as goiabas foram inoculadas e, após 0, 1, 2 ou 3 h de incubação, foram submetidas à radiação UV-C nas doses de 0,0; 0,17; 0,35 ou 0,70 kJ.m⁻².
- Sanificantes: após 2 h de incubação, os frutos foram tratados por imersão em 3 L de solução de diferentes sanificantes: hipoclorito de sódio (150 µL.L⁻¹ – 10 min); dióxido de cloro (250 µL.L⁻¹ – 10 min); cloreto de benzalcônio (200 µL.L⁻¹ – 1 min); ozônio (1,5 µL.L⁻¹ – 10 min); ácido peracético (40 µL.L⁻¹ – 5 min) e peróxido de hidrogênio (200 µL.L⁻¹ – 10 min), além da testemunha (água – 30 s).
- Métodos combinados: frutos foram inoculados e, após 2 h de incubação, submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha absoluta (T); testemunha imersa em água por 3 min (TA); radiação UV-C 0,70 kJ.m⁻²; tratamento térmico (50°C/3 min) (TT); sanificante - ácido peracético 40 µL.L⁻¹ durante 5 min (S); sanificante e UV-C (S / UV-C); sanificante e tratamento térmico (S / TT); sanificante, tratamento térmico e UV-C (S / TT / UV-C); tratamento térmico e UV-C (TT / UV-C).

Os frutos foram armazenados a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ / 85 ± 5 %UR por um período de até 8 dias com avaliação da incidência (%) e severidade da podridão (cm), periodicamente. Foram realizadas análises físico-químicas (cor externa, firmeza, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e ácido ascórbico) de 5 frutos por tratamento, aos zero, 5 e 8 dias de armazenamento, do experimento dos métodos combinados. Sendo que no experimento de UV-C, realizou-se análise de cor de casca dos frutos.

Resultados e Discussão

- Tratamento térmico: os frutos apenas inoculados (T) apresentaram lesões menores de antracnose quando comparados com os frutos inoculados e imersos em água (TA), embora de forma significativa somente no início do armazenamento (4 dias). A umidade inicial favoreceu o desenvolvimento do patógeno. O tratamento hidrotérmico a 40°C , nos diferentes tempos testados (3 a 10 min), não mostrou efetivo controle da antracnose em goiabas, assemelhando-se às testemunhas. Observou-se que os tratamentos térmicos mais efetivos no controle da antracnose foram os de 50° e 55°C . Contudo, as goiabas submetidas a 55°C sofreram escaldaduras acentuadas. Assim, este trabalho mostrou que o tratamento hidrotérmico de goiabas brancas 'Kumagai' a 50° por 3 min, reduziu a antracnose sem causar danos aparentes.
- Radiação UV-C : no primeiro experimento, verificou-se que, nos primeiros dias de armazenamento (4 dias), a UV-C inibiu o desenvolvimento da antracnose de modo significativo, em função do aumento das doses. Porém, com o tempo (8 dias) em função dos danos causados no tecido vegetal, evidenciados pelo escurecimento da casca dos frutos, a infecção avançou nos frutos submetidos às maiores doses ficando semelhante à testemunha. Todas as doses de UV-C aplicadas causaram escurecimento da casca das goiabas, quanto maior a dose de radiação maior o dano. As doses de UV-C igual ou superiores a $1,04\text{ kJ m}^{-2}$ apresentaram danos mais perceptíveis ao olho humano. Num segundo experimento, os resultados mostraram que todas as baixas doses de UV-C aplicadas reduziram a incidência da antracnose nos frutos inoculados nos primeiros 5 dias de armazenamento, porém com o tempo, os valores ficaram semelhantes à testemunha. O tratamento de UV-C a $0,70\text{ kJ.m}^{-2}$ mostrou-se o mais efetivo na redução da incidência da doença. Os frutos tratados imediatamente após a inoculação, apresentaram lesões de antracnose significativamente maiores do que os que permaneceram de 1 a 2 h em

incubação. Quanto a ocorrência de danos na casca dos frutos, mesmo as baixas doses de UV-C causaram ligeiro escurecimento da casca das goiabas.

- **Sanificantes:** os frutos submetidos aos tratamentos não apresentaram diferenças significativas de tamanho de lesão (severidade) em relação aos frutos apenas inoculados (T). Porém, os frutos submetidos a solução de hipoclorito de sódio desenvolveram lesões de antracnose menores que os outros tratamentos em 3 e 6 dias de armazenamento. Após 8 dias, todos os tratamentos apresentaram lesões maiores que a testemunha, não de forma significativa. Num segundo ensaio, notou-se que após 6 dias de armazenamento os frutos submetidos aos tratamentos não apresentaram diferenças significativas da testemunha. Porém, o ácido peracético apresentou menor diâmetro das lesões quando comparado com os outros sanificantes. Após 8 dias comprovou-se que o ácido peracético realmente teve efeito sobre a antracnose, uma vez que apresentou diferença significativa em relação aos outros sanificantes testados. Quando se observa a incidência de antracnose nos frutos (Figura 1), notou-se novamente a eficiência do ácido peracético, tendo em vista que este apresentou porcentagem de incidência menor que os outros sanificantes, reduzindo a antracnose sem causar danos aos frutos. Martins e Kuaye (1996) relatam resultados de pesquisas que mostram a ampla atividade antimicrobiana do ácido peracético, o que coincide com os resultados observados neste trabalho.

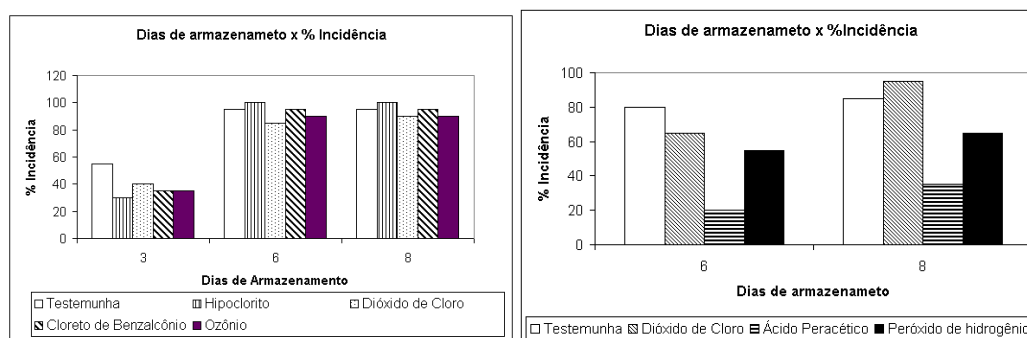


FIGURA 1 - Incidência de antracnose (%) em goiabas 'Kumagai' inoculadas e submetidas a diferentes sanificantes, seguidas de armazenamento a 25° C/ 80% UR por até oito dias. Média de 10 repetições (frutos) por tratamento.

- **Métodos combinados:** no teste dos métodos combinados, todos os frutos apresentaram lesões de antracnose semelhantes estaticamente. Porém, os frutos

submetidos ao tratamento térmico, isolado ou combinado, apresentaram os melhores resultados, tanto quanto a severidade como a porcentagem de incidência (reduzida praticamente pela metade).

- Análises Físico-Químicas: a análise de cor mostrou que os frutos tratados com UV-C apresentaram maior escurecimento da casca do que os frutos submetidos aos outros tratamentos. Quanto aos frutos submetidos ao tratamento térmico, observou-se que aos 5 dias, estavam com a coloração da casca mais amarelada, ou seja, sofreram um avanço de amadurecimento. Quanto à firmeza dos frutos, após 5 dias, pôde-se perceber que os tratados com S/TT/UV-C foram os que apresentaram o maior amolecimento de polpa. Após 8 dias, a testemunha apresentou-se mais firme do que todos os outros tratamentos. Já as outras características analisadas não apresentaram diferenças significativas.

Conclusão

Quanto maior a dose de UV-C, maior o efeito de inibição da antracnose em goiabas nos primeiros dias de armazenamento, porém as doses superiores a $1,04 \text{ kJ m}^{-2}$ causam acentuado escurecimento da casca dos frutos. As baixas doses de UV-C ($0,70 \text{ kJ.m}^{-2}$) aplicadas nas goiabas controlam, significativamente, a antracnose; contudo, os frutos tratados imediatamente após a inoculação, apresentaram lesões de antracnose, significativamente maiores, do que os que permaneceram de 1 a 3 h em incubação. O ácido peracético reduziu a antracnose em goiabas sem causar danos, comparativamente com outros sanificantes. O tratamento hidrotérmico de goiabas brancas 'Kumagai' a ($50^{\circ}\text{C} / 3 \text{ min}$), reduziu a antracnose, porém pode promover o amadurecimento mais rápido dos frutos. A combinação dos tratamentos não é mais efetiva do que o tratamento térmico isoladamente.

Referências Bibliográficas

BENATO, E. A. et al. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, p.299 - 304, 2002.

CIA, P. et al. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.43, p.366 - 373, 2007.

JACOMINO, A.P. **Conservação de goiabas “Kumagai” em diferentes temperaturas e materiais de embalagem.** Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba 1999.

MARQUENIE, D. et al. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology.** Amsterdam, v. 74, n. 1-2, p. 27-35, 2002.

MARTINS, E. C.; KUAYE, A. Y. Emprego do ácido peracético e outros sanitizantes na indústria de alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 10, n. 43, p. 5, 1996.