

## COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

**APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CLORETO DE DODECIL DIMETIL AMÔNIO REDUZ PODRIDÕES CAUSADAS POR *Penicillium* spp. EM MAÇÃS<sup>1</sup>**MARIUCCIA SCHLICHTING DE MARTIN<sup>2</sup>, CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS<sup>3</sup>,  
CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE<sup>4</sup>, HÉLIO TANAKA<sup>5</sup>

**RESUMO** - Um dos principais problemas enfrentados na pós-colheita de maçãs são as perdas ocasionadas por *Penicillium* spp. Este trabalho teve como objetivo avaliar a incidência e a severidade de podridões causadas por *Penicillium* spp. em maçãs 'Gala' e 'Fuji' tratadas em pós-colheita com cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA). Frutos das duas cultivares foram submersos durante cinco minutos em um recipiente contendo uma solução de esporos de *Penicillium* spp. e o respectivo tratamento. Os tratamentos avaliados foram controle (água), CDDA nas doses de 0,5; 1,0 e 1,5 mL L<sup>-1</sup>, e o fungicida Iprodione na dose 1,5 mL L<sup>-1</sup>. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram mantidos por 22 dias em condições ambiente. Na cultivar Gala, a partir do décimo terceiro dia de avaliação, tanto a incidência quanto a severidade de podridões foram maiores nos frutos do tratamento- controle, não ocorrendo diferença entre os frutos tratados com Iprodione e CDDA em todas as doses testadas. Em maçãs 'Fuji', houve uma redução similar na incidência e severidade de podridões nos frutos tratados com Iprodione e CDDA em todas as avaliações. O uso pós-colheita de CDDA proporciona controle de podridões causadas por *Penicillium* spp. similarmente ao fungicida Iprodione.

**Termos de indexação:** *Malus domestica*, mofo-azul, amônia quaternária.

**POSTHARVEST APPLICATION OF DIDECYLDIMETHYLAMMONIUM CHLORIDE REDUCING ROTS CAUSED BY *Penicillium* spp. IN APPLES**

**ABSTRACT** - One of the main problems faced on postharvest of apples is the losses caused by *Penicillium* spp. The objective of this study was to assess the incidence and severity of postharvest rot caused by *Penicillium* spp. in 'Gala' and 'Fuji' apples treated with didecyldimethylammonium chloride (DDAC). Fruit of the both cultivars were submerged during five minutes into a container containing a spore solution of *Penicillium* spp. and the respective treatment. The treatments evaluated were control (water), DDAC at the doses of 0.5, 1.0 and 1.5 mL L<sup>-1</sup>, and the fungicide Iprodione at the dose of 1.5 mL L<sup>-1</sup>. After treatment application, the fruits were maintained for 22 days under ambient conditions. In 'Gala' apples, after the tenth day of evaluation, the control treatment had the highest incidence and severity of rots, while there was no difference between the fruits treated with Iprodione and with all doses of DDCA. In 'Fuji' apples, there was a similar decrease in incidence and severity of rots in fruits treated with Iprodione and with all doses of DDCA. The postharvest use of DDCA provides similarly control of rot caused by *Penicillium* spp. than the fungicide Iprodione.

**Index terms:** *Malus domestica*, blue mold, quaternary ammonium.

<sup>1</sup>(Artigo 363-13). Recebido em: 02-10-2013. Aceito para publicação em 10-04-2014.

<sup>2</sup>Eng. Agr., Mestranda em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC. **Autor para correspondência.** E-mail: mariucciasdm@hotmail.com

<sup>3</sup>Dr., Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Prof do Depto. de Agronomia, CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC. E-mail: a2cs@cav.udesc.br

<sup>4</sup>Ph.D., Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Prof do Depto. de Agronomia, CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC. E-mail: amarante@cav.udesc.br

<sup>5</sup>Eng. Agr., Netafim Brasil, Rua Salvador Scaglioni, 135, CEP 14066-446, Ribeirão Preto-SP. E-mail: helio.tanaka@netafim.com.br.

O *Penicillium* spp., causador do mofo-azul, é um dos principais responsáveis pelas perdas ocasionadas por podridões pós-colheita na cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh.). A contaminação dos frutos pode ocorrer ainda no campo ou durante o manejo pós-colheita, ocasionando a podridão de maçãs durante o armazenamento e o período de comercialização (BRACKMANN et al., 2005; AMIRI; BOMBEIX, 2005).

Uma das formas para reduzir as perdas decorrentes da ação de fungos em pós-colheita é a imersão dos frutos em soluções fungicidas (BLUM et al., 2007). Entretanto, o uso de fungicidas químicos em pós-colheita para controle de podridões apresenta uma série de restrições, pois além de existirem poucos produtos registrados, o efeito residual dos mesmos pode limitar a exportação e a comercialização dos frutos. Dentre os produtos registrados, destaca-se o Iprodione, que apesar de apresentar alta eficiência no controle de *Penicillium* spp. (BRACKMANN et al., 2004), apresenta também grande efeito residual, sendo que seu uso fica restrito apenas a frutos que são destinados a períodos prolongados de armazenamento.

Uma nova molécula que tem apresentado resultados promissores na inibição a fitopatógenos é o cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA) (FOURIE; HALLEEN, 2006; DAUS et al., 2011; PONTES et al., 2012). Esta amônia quaternária é um surfactante catiônico com boa estabilidade na presença de matéria orgânica, sendo não corrosivo e muito eficiente no controle de fungos e bactérias em frutos e hortaliças (WALKER, 2003).

O CDDA apresenta elevada ação fungicida, sendo eficiente no controle de diversos patógenos causadores de podridões pós-colheita (DAUS et al., 2011). Em trabalho realizado com uvas de mesa 'Red Globe', Valentyn (2007) obteve a redução de 16% na incidência de podridões causadas por *Botrytis cinerea* pela aplicação do produto em pós-colheita. Para tangerinas 'Murcott', o CDDA é eficiente no controle de *Penicillium digitatum*, podendo ser utilizado na sanitização das unidades de beneficiamento como mais uma opção para reduzir as contaminações (NASCIMENTO; AZEVEDO, 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação pós-colheita de CDDA sobre a incidência e a severidade de podridões causadas por *Penicillium* spp. em maçãs 'Fuji' e 'Gala'.

O experimento foi conduzido no ano de 2010, com maçãs das cultivares Gala e Fuji provenientes de um pomar comercial localizado no município de Vacaria-RS (latitude 28°33'S, longitude 50°57'W, e 955 m de altitude), sendo que esses frutos foram

armazenados por três meses a  $0 \pm 0,5$  °C e 90 a 95% de umidade relativa (UR), antes da realização do experimento.

Após a seleção dos frutos e a homogeneização das amostras, foram feitas duas lesões equidistantes na região equatorial de cada fruto. As perfurações foram realizadas com o auxílio de um equipamento analisador de textura modelo TA-XT2 (*Stable Micro Systems Ltd.*, Inglaterra) munido de uma ponteira modelo PS2 de 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida nos frutos a uma profundidade de 2 mm.

Os tratamentos foram aplicados submergindo os frutos durante cinco minutos em um recipiente no qual se diluíram em água o respectivo tratamento, o espalhante adesivo Silwet® (0,1 mL L<sup>-1</sup>) e a solução de esporos de *Penicillium* spp. (10<sup>4</sup> conídios mL<sup>-1</sup>). Os tratamentos utilizados foram: controle (água), CDDA nas doses de 0,5; 1,0 e 1,5 mL L<sup>-1</sup>, e Iprodione na dose 1,5 mL L<sup>-1</sup>. Para a aplicação do CDDA e do Iprodione foram utilizados, respectivamente, os produtos comerciais Sporekill® e Rovral®.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições e unidade experimental composta por 20 frutos (40 lesões). Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram mantidos por 22 dias em condições ambiente ( $20 \pm 5$  °C/60±5% de UR). Após o décimo dia de exposição em condições ambiente, os frutos foram avaliados a cada três dias quanto à porcentagem de frutos que apresentavam sintomas característicos do desenvolvimento de *Penicillium* spp. (incidência), e o diâmetro das podridões (severidade), medido com o auxílio de um paquímetro.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), com o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE INC.). Os dados em porcentagem foram transformados em arco-seno  $[(x+1)/100]^{1/2}$ , antes de proceder à análise de variância.

Para a cultivar Fuji, os frutos tratados com CDDA, nas três doses testadas, apresentaram severidade de podridões iguais aos frutos tratados com Iprodione, em todas as avaliações (Figura 1). Nesta cultivar, o CDDA teve efeito similar ao do Iprodione na redução da incidência de podridões, com exceção apenas da dose de 0,5 mL L<sup>-1</sup>, que foi menos eficiente em comparação ao Iprodione aos 16 dias de exposição (Figura 1). Doses mais elevadas são mais eficientes em relação a doses mais baixas de CDDA no controle de *Penicillium digitatum* em tangerinas 'Murcott' (NASCIMENTO; AZEVEDO, 2006). Fatores como a temperatura, o tempo de imersão e a concentração de esporos na

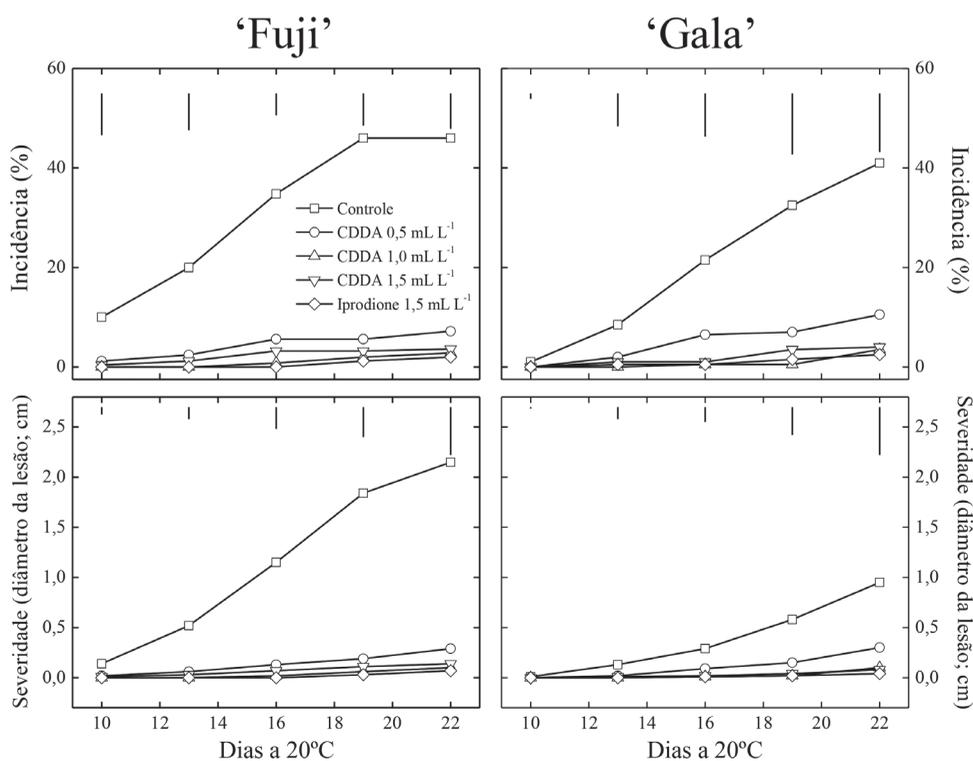
solução podem ter influência sobre a ação e sobre a dose de CDDA requerida para o controle efetivo do patógeno (DAUS et al., 2011). Características inerentes ao fruto também podem ter relação com a ação do CDDA, pois influenciam não só na ação do produto, como também na resistência do fruto à entrada e disseminação do patógeno (MONTERO et al., 2010).

Na cultivar Gala, aos 10 dias de exposição dos frutos em condições ambiente, não houve diferença entre tratamentos para as variáveis avaliadas, ocorrendo baixa incidência de podridões em todos os tratamentos, comparativamente à maçã ‘Fuji’ (Figura 1). As rachaduras na epiderme de maçãs podem ser uma porta de entrada para um patógeno ou um apoio para o seu desenvolvimento e/ou fixação na superfície externa dos frutos (AMIRI; BOMPEIX, 2005). Na cutícula de frutos da cultivar Fuji, as rachaduras ou imperfeições são mais evidentes que em maçãs ‘Gala’ (MONTERO et al., 2010), o que pode ter contribuído para que as cultivares fossem afetadas de forma diferente pelo patógeno.

A partir do décimo terceiro dia, tanto a incidência quanto a severidade de podridões em maçãs ‘Gala’ foram maiores nos frutos do tratamento-controle, não ocorrendo diferenças entre os frutos tratados com Iprodione e CDDA em todas as doses avaliadas (Figura 1).

Os resultados obtidos mostram que o CDDA é uma boa alternativa para o controle de podridões pós-colheita em maçãs, pois além de ser um produto não carcinogênico, não teratogênico e não mutagênico, também não é corrosivo para metais (DAUS et al., 2011), podendo ser aplicado na água de lavagem das instalações de beneficiamento. Além disso, o produto também não apresenta período de carência para a cultura da macieira (AGROFIT, 2013), permitindo que os frutos sejam comercializados logo após o processo de lavagem.

A aplicação pós-colheita de CDDA, em doses de 0,5 a 1,5 mL L<sup>-1</sup>, é eficiente no controle de podridões causadas por *Penicillium* spp. em maçãs ‘Fuji’ e ‘Gala’, de forma similar ao fungicida Iprodione.



**FIGURA 1-** Incidência e severidade de podridões causadas por *Penicillium* spp. em maçãs ‘Fuji’ e ‘Gala’ tratadas em pós-colheita com diferentes doses de cloreto de dodecil dimetil amônio (CDDA) e Iprodione, e mantidas por 22 dias em condições ambiente. As barras verticais, no interior de cada gráfico, representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Tukey (p<0,05).

**REFERÊNCIAS**

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2013. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 27 fev. 2013.
- AMIRI, A.; BOMPEIX, G. Diversity and population dynamics of *Penicillium* spp. on apples in pre and postharvest environment. **Plant Pathology**, Hoboken, v.54, n.1, p.74-81, 2005.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; DEZANET, A.; LIMA, E.B.; NETO, P.H.; AVILA, R.D.; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.265-268, 2007.
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; SETEFFENS, A.C. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1039-1042, 2004.
- BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; GIEHL, R.F.H.; STEFFENS, C.A.; FAULIN, G.D.C. Controle de podridão pós-colheita de *Penicillium* spp., em maçãs 'Fuji' com fosfito e fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.251-254, 2005.
- DAUS, A.; HOREV, B.; DVIR, O.; ISH-SHALOM, S.; LICHTER, A. The efficacy of ultrasonic fumigation for disinfestation of storage facilities against postharvest pathogens. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.62, n.1, p.310-313, 2011.
- FOURIE, P.H.; HALLEEN, F. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. **European Journal of Plant Pathology**, London, v.116, n.1, p.255-265, 2006.
- MONTERO, C.R.S.; ANTES, R.B.; SANTOS, R.P.; SANTOS, L.C.; ADREAZZA, C.S.; BENDER, R.J. Alterações na cutícula de maçãs 'Fuji' e 'Gala' em função do tratamento térmico e da armazenagem refrigerada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.441-447, 2010.
- NASCIMENTO, L.M.; AZEVEDO, F.A. Avaliação da eficiência da aplicação de diferentes doses de Sporekill em Tangor Murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcocecha**, Cidade do México, v.7, n.2, p.93-103, 2006.
- PONTES, N.C.; NASCIMENTO, A.R.; VERDÚ, R.O.M.; QUEZADO-DUVAL, A.M. Avaliação do cloreto de dodecil dimetil amônio para o controle da mancha bacteriana do tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.43-47, 2012.
- VALENTYN, A. **Orthodox and alternative strategies to control postharvest decay in table grapes**. 2007. 169 f. Dissertation (Masters) – University of Stellenbosch, Stellenbosch, 2007.
- WALKER, E.B. Quaternary ammonium compounds. In: PAULSON, D.S. (Ed.). **Handbook of topical antimicrobials: industrial applications in consumer products and pharmaceuticals**. New York: Marcel Dekker, 2003. p.99-122.