

CONTROLE DO BOLOR AZUL EM FRUTOS DE MAÇÃ IMERSOS EM SOLUÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO

CONTROL OF BLUE MOLD ON APPLE FRUIT IMMERSSED IN A SOLUTION OF SALICYLIC ACID

Argus Cezar da ROCHA NETO¹; Robson MARCELO DI PIERO¹

1. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Florianópolis, SC, Brasil. neto.acrn@gmail.com

RESUMO: O bolor azul, causado por *Penicillium expansum*, é responsável por grandes perdas nos frutos de maçã armazenados. Buscando medidas alternativas aos tratamentos convencionais, avaliou-se o efeito de ácidos fenólicos (cinâmico, ferúlico, gálico, salicílico e vanílico) sobre *Penicillium expansum* e sobre a podridão ocasionada nos frutos. Em lâminas de microscopia escavadas, foram avaliados a porcentagem de germinação e o comprimento do tubo germinativo do fungo, empregando-se os fenólicos a 1, 2,5 e 5 mM. *In vivo*, avaliou-se a intensidade da podridão de *Penicillium* a partir da imersão dos frutos em soluções fenólicas a 2,5, 5 e 10 mM. Em todos os experimentos, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo a parcela experimental representada por uma gota em lâmina escavada (bioensaios *in vitro*) ou 4 frutos no interior de uma bandeja plástica (bioensaios *in vivo*). Dentre os fenólicos, os ácidos cinâmico e salicílico inibiram completamente a germinação do fungo a 2,5 mM, mas somente o ácido salicílico controlou a doença causada por *Penicillium expansum* quando misturado à suspensão de esporos, reduzindo a incidência do bolor azul em 80%. Desta forma o ácido salicílico apresenta potencial para o tratamento fitossanitário de frutos de maçã em pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Compostos fenólicos. *Penicillium expansum*. Pós-colheita. Podridão.

INTRODUÇÃO

O manuseio de frutos, sem os devidos cuidados, desde a sua colheita no campo ao processo de armazenamento, freqüentemente resulta no esmagamento interno dos tecidos, promovendo rachaduras e rupturas da epiderme e propiciando a penetração de organismos causadores de doenças, com reduções na quantidade e na qualidade dos frutos a serem comercializados (RESENDE; MACHADO, 2000). Estima-se que as perdas no processo de pós-colheita de maçãs sejam superiores a 20%, variando de acordo com o ano e a cultivar em questão (MARTINS et al., 2007).

Os principais fungos causadores de podridões em frutos de maçã no pós-colheita são *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, e *Rhizopus stolonifer* (SANHUEZA, 2011). O fungo causador do bolor azul em maçãs, *P. expansum*, apesar de ser extremamente agressivo e não seletivo, necessita de pequenos ferimentos na epiderme do fruto para que possa infectá-lo. Este fungo foi responsável por cerca de 90% das perdas em podridão pós-colheita de maçãs antes do advento das câmaras frias com atmosfera controlada (BLUM et al., 2004). Muitas vezes a deficiente ou nula renovação da água ou solução de lavagem das maçãs nas linhas de seleção e classificação dos frutos pode levar a um aumento da fonte de inóculo,

contribuindo para a ocorrência de infecções nos frutos que apresentam ferimentos, servindo como um meio de propagação da doença ao invés de atenuá-la.

Como medida de controle para o bolor azul, comercialmente são recomendados diferentes produtos à base de cloro ou mesmo fungicidas registrados à base de iprodione ou do grupo dos benzimidazóis. No entanto, os tratamentos feitos com cloro, mesmo sendo eficazes, causam danos indiretos ao maquinário, além da poluição ao meio ambiente. A utilização descontrolada de fungicidas tem selecionado patógenos resistentes aos princípios ativos utilizados, diminuindo sua eficiência. Somado a isso, a pressão da sociedade por produtos mais saudáveis, resultantes de tecnologias de baixo impacto ambiental, leva à necessidade de se buscar medidas alternativas ao controle de fitopatógenos.

Os compostos fenólicos sintetizados nas plantas são substâncias que contêm hidroxilas e anéis aromáticos em sua estrutura, em formas simples ou de polímeros. Apresentam propriedades antioxidantes e de proteção às plantas contra infecções causadas por bactérias ou fungos (SHETTY et al., 2008). A ação antimicrobiana dos ácidos salicílico, caféico, ferúlico, cinâmico e giberélico foi relatada por diversos autores contra diferentes fitopatógenos (YU; ZHENG, 2006; ALMEIDA, 2007; SANZANI et al., 2008). Além

disso, Kazemi et al. (2011) demonstraram que a imersão dos frutos de maçã em ácido salicílico a 1,5 e 3 mM preservou importantes características como a firmeza de polpa e o teor de sólidos solúveis totais, proporcionando ainda aumento no peso e na atividade de peroxidases.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito antimicrobiano de ácidos fenólicos sobre *P. expansum* e buscar formas alternativas ao controle do bolor azul, através da imersão dos frutos de maçã em soluções contendo ácidos fenólicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os experimentos foram realizados entre agosto de 2010 a julho de 2011, no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (CCA/UFSC, Florianópolis, SC).

O fungo *P. expansum*, isolado a partir de frutos de maçã infectados, foi cedido pela pesquisadora Dra. Rosa Maria Valdebenito Sanhueza e armazenado na micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UFSC, sob o código MANE 138. O isolado foi crescido em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) e mantido a 25°C, sob luz fluorescente, sendo repicado periodicamente. As suspensões de esporos foram obtidas de culturas com duas semanas de idade, utilizando-se água destilada (testes *in vivo*) ou suco de maçã 4%, filtrado e estéril (testes *in vitro*).

Os ácidos fenólicos (cinâmico [C₉H₈O₂], ferúlico [C₁₀H₁₀O₄], gálico [C₇H₆O₅], salicílico [C₇H₆O₃] e vanílico [C₈H₈O₄]) foram adquiridos juntos à empresa Sigma, e utilizados em diferentes concentrações, em diferentes experimentos. Para a dissolução dos ácidos ferúlico e salicílico, utilizou-se etanol a 0,75%. Para a dissolução do ácido cinâmico, utilizou-se acetona a 0,75%. Os demais ácidos foram dissolvidos utilizando-se água destilada.

Frutos de maçã (*Malus domestica* Borkh cv. Fuji) foram cedidos pela Cooperativa COOPERSERRA do estado de Santa Catarina, e mantidos em câmara fria a 4°C até sua utilização. Antes dos testes, os frutos passaram por um processo de desinfestação, sendo imersos em solução com cloro ativo 0,5% por 2 minutos, lavados em água corrente e secos ao ar.

De modo a se verificar os efeitos de diferentes ácidos fenólicos sobre a germinação do agente causal do bolor azul, realizou-se uma série de testes *in vitro*, utilizando-se lâminas de microscopia contendo escavações. Em cada cavidade de uma

lâmina foram adicionados 20 µL de suspensão de esporos de *Penicillium expansum* (1x10⁵ esporos/mL) sobre 25 µL de suspensão de um determinado ácido fenólico. Foram testados os ácidos cinâmico, ferúlico, gálico, salicílico e vanílico, nas concentrações 1, 2,5 e 5 mM. Como testemunha, utilizou-se água destilada, além de etanol e acetona a 0,75%. Após a preparação das lâminas, estas foram dispostas no interior de placas de Petri e incubadas durante um período de 24 horas, com fotoperíodo de 12 horas de luz a uma temperatura de 25°C ± 1°C sob alta umidade relativa. Foram feitas ao menos 4 repetições por tratamento nos diferentes experimentos. Em cada repetição, representada por uma cavidade da lâmina escavada, foram avaliados 100 esporos quanto à percentagem de germinação, e 20 esporos quanto ao comprimento do tubo germinativo, com auxílio de microscópio óptico e ocular micrométrica.

Nos bioensaios *in vivo*, após a desinfestação em cloro 0,5% e lavagem em água corrente, os frutos foram distribuídos em bandejas plásticas com dimensões (mm) de 400x270x133. Com auxílio de uma agulha padronizada, apresentando 5 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro, foram feitos dois ferimentos na região equatorial de cada fruto. Foram realizadas 4 repetições para cada tratamento, e a parcela experimental foi constituída por uma bandeja contendo 4 frutos.

Para avaliar o efeito protetor dos ácidos cinâmico, ferúlico, gálico, salicílico e vanílico, os frutos foram imersos em solução de um ácido fenólico a 10 mM por 3 minutos e, após a secagem, realizou-se a inoculação dos frutos através da imersão em suspensão contendo 1x10⁵ esporos/mL de *P. expansum* durante 2 minutos. No caso do efeito curativo, os frutos foram inicialmente inoculados com *P. expansum*, através da imersão em suspensão contendo 1x10⁵ esporos/mL, e posteriormente imersos nas soluções de fenólicos a 5 mM. Para avaliar o efeito erradicante dos ácidos fenólicos, os frutos foram diretamente imersos por 2 minutos em misturas de ácidos fenólicos com inóculo fúngico. Essas misturas foram preparadas de forma a apresentar 2,5 mM e 1 x 10⁴ esporos/mL como concentrações finais de fenólicos e de *P. expansum*, respectivamente.

Em todos os experimentos com frutos, as bandejas foram incubadas a 25°C ± 1°C, sob condições de escuro. Para avaliar a severidade da podridão, mediu-se o diâmetro horizontal e vertical das lesões dos frutos. As medidas foram tomadas a cada 4 dias, iniciando-se a avaliação quando os frutos apresentaram os primeiros sintomas da doença (3º dia após a inoculação). A partir do valor

médio do diâmetro das lesões ao longo do tempo, em cada bandeja, construiu-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para cada repetição, conforme Shaner; Finney (1977): $AACPD = \sum [(y_i + y_{i+1})/2 \times (t_{i+1} - t_i)]$, onde y_i representa o diâmetro médio da lesão no tempo t_i , em dias, e y_{i+1} é o diâmetro da lesão no tempo t_{i+1} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas produzem uma grande quantidade de metabólitos secundários, sendo encontrado em vários deles o grupamento fenol, caracterizando os compostos fenólicos. Extratos obtidos de plantas, contendo estas substâncias, têm demonstrado eficiência no controle de fitopatógenos. Estes compostos possuem tanto ação direta sobre microrganismos, inibindo o crescimento

e desenvolvimento dos mesmos, como indireta, ativando mecanismos de defesa vegetal (SCHWAN-ESTRADA, 2002).

No presente trabalho, os ácidos fenólicos cinâmico, ferúlico, gálico, salicílico e vanílico exibiram atividade antimicrobiana sobre o fungo *P. expansum*. Quando utilizados na concentração de 1 mM, o ácido cinâmico e o ácido salicílico reduziram significativamente a germinação de esporos de *P. expansum* e provocaram um retardamento na elongação do tubo germinativo dos poucos esporos germinados, sendo o efeito do ácido salicílico mais pronunciado, reduzindo a germinação do fungo em torno de 85%. Os demais ácidos utilizados apresentaram efeitos fungicidas menos expressivos, diminuindo a germinação de esporos, mas sem reduzir o crescimento do tubo germinativo do fungo (Figura 1).

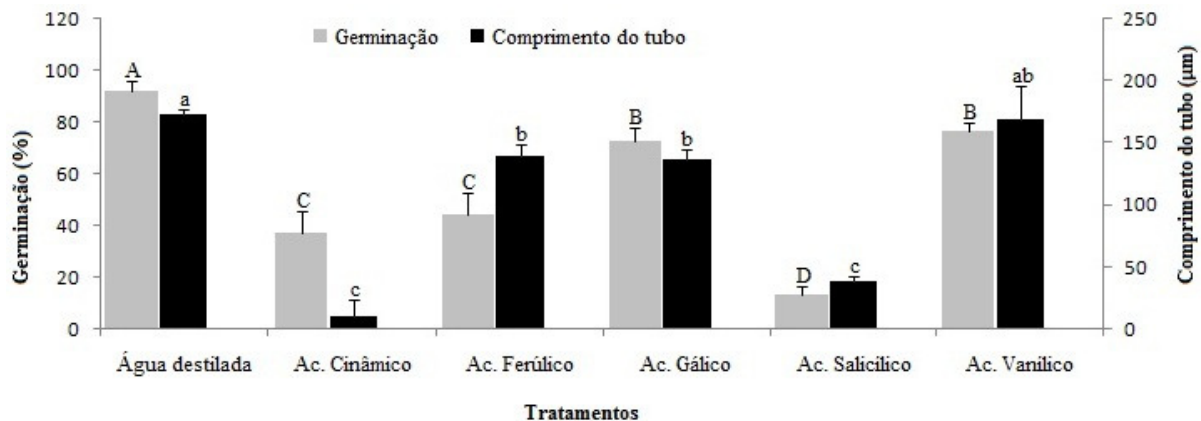


Figura 1. Porcentagem de germinação e comprimento do tubo germinativo do fungo *P. expansum* tratado com compostos fenólicos a 1 mM. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV germinação (%): 9,4; CV comprimento tubo (%): 16,0.

Aumentando a dose dos compostos fenólicos para 2,5 mM, encontrou-se novamente que os compostos fenólicos que apresentaram melhores resultados foram os ácidos cinâmico e salicílico, inibindo completamente a germinação dos esporos do fungo *Penicillium expansum*. Nessa concentração, os ácidos ferúlico, gálico e vanílico reduziram apenas parcialmente a germinação de esporos bem como o comprimento do tubo germinativo do fungo (Figura 2). O efeito antibiótico *in vitro* desses três ácidos também não foi muito pronunciado quando utilizados a 5 mM (dados não mostrados). Constatou-se, por fim, que o efeito dos solventes orgânicos, etanol e acetona a 0,75%, sobre a germinação e comprimento do tubo germinativo do fungo *P. expansum* foi muito pequeno quando comparado com o efeito dos ácidos cinâmico e salicílico (Figura 3), evidenciando que o

efeito inibitório sobre o fungo foi em decorrência da atividade dos ácidos cinâmico ou salicílico.

Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Yu; Zheng (2006), que trabalhando com o ácido salicílico e leveduras contra o fungo *P. expansum*, mostraram que o ácido salicílico possui efeito fungicida *in vitro* quando aplicado em uma concentração maior que 100 ppm (aproximadamente 0,6 mM).

Iniciando os bioensaios *in vivo* visando o controle da podridão de *Penicillium* nos frutos de maçã de forma preventiva, através da indução de resistência ou mesmo do efeito fungicida direto, os frutos tratados com os ácidos cinâmico, gálico e salicílico apresentaram maior severidade do bolor azul, diferindo significativamente da testemunha quando aplicados a uma concentração de 10 mM (Figura 4).

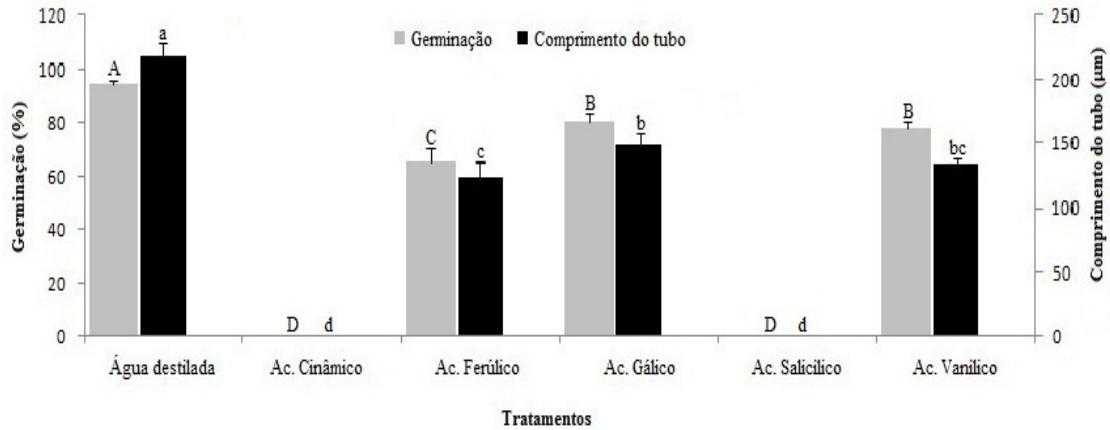


Figura 2. Porcentagem de germinação e comprimento do tubo germinativo do fungo *P. expansum* tratado com compostos fenólicos a 2,5 mM. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV germinação (%): 6,2; CV comprimento tubo (%): 8,4.

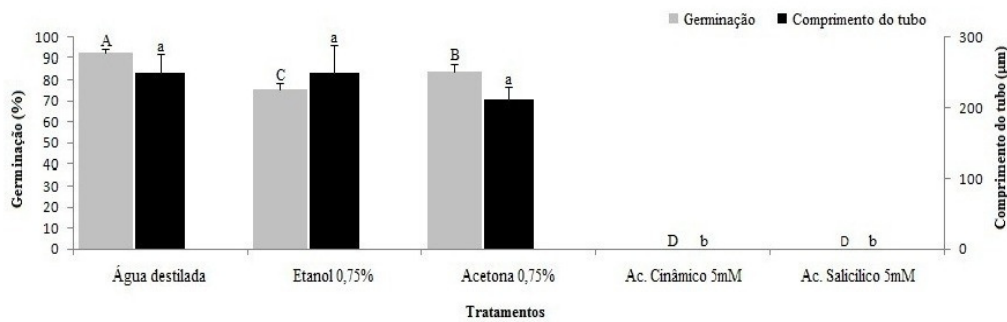


Figura 3. Porcentagem de germinação e comprimento do tubo germinativo do fungo *P. expansum* tratados com compostos fenólicos e solventes orgânicos. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV germinação (%): 5,9; CV comprimento tubo germinativo (%): 20.

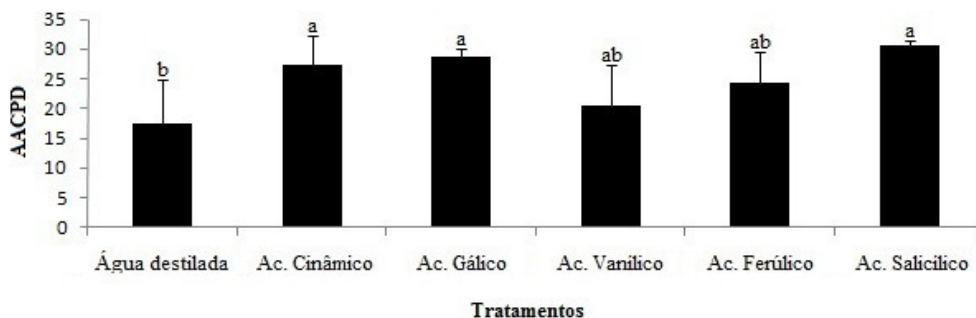


Figura 4. Efeito preventivo de ácidos fenólicos, a 10 mM, sobre a severidade da podridão causada pelo fungo *P. expansum* (1×10^5 esporos/mL) em frutos tratados por imersão. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV(%): 18,3.

Provavelmente a alta dose utilizada deixou os frutos mais suscetíveis ao ataque do patógeno. Isso pode estar relacionado ao fato de que os fenólicos, sob a alta concentração empregada nesse ensaio (10 mM), podem ter atuado como agentes pró-oxidativos, promovendo uma degeneração mais

rápida das células, ao invés de exibirem um efeito anti-oxidativo, o qual normalmente é associado a tais compostos (DECKER, 1997). Dessa forma, nos testes subseqüentes com frutos, diminuiu-se a concentração dos ácidos fenólicos utilizados, evitando-se qualquer tipo de fitotoxidez nos frutos.

Os frutos de maçã foram tratados curativamente com os ácidos fenólicos a 5 mM, por imersão, não se observando também o controle do bolor azul. Entretanto, nessa concentração, a severidade da podridão nos frutos tratados com ácidos fenólicos não diferiu estatisticamente da testemunha (dados não mostrados).

Utilizando-se os ácidos fenólicos a 2,5 mM de forma erradicante, através da imersão dos frutos em misturas de fenólicos com inóculo fúngico, o ácido salicílico controlou significativamente o bolor azul provocado por *Penicillium expansum*,

confirmando, de certo modo, os resultados encontrados nos ensaios *in vitro*, reduzindo a severidade da podridão em mais de 90% (Figura 5) e da incidência em cerca de 80%, não havendo sintomas de fitotoxidez. Os demais ácidos fenólicos não exibiram efeito erradicante, incluindo-se o ácido cinâmico, o qual, a exemplo do ácido salicílico, havia apresentado elevada atividade antifúngica *in vitro* a 2,5 mM (Figura 2). Com isso, é provável que a ação direta sobre o fitopatógeno não seja o único mecanismo de ação do ácido salicílico contra a podridão de *P. expansum*.

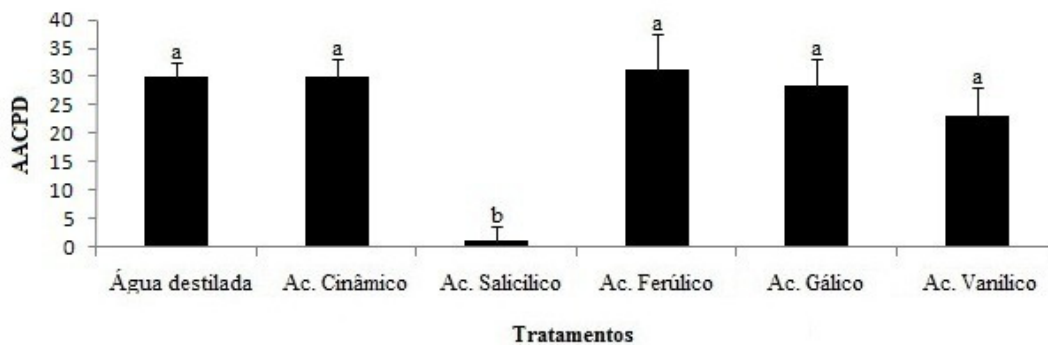


Figura 5. Efeito erradicante de ácidos fenólicos a 2,5 mM sobre a severidade da podridão causada pelo fungo *P. expansum* (1×10^4 esporos/mL) em frutos tratados por imersão. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV(%): 18,0.

Kazemi et al. (2011) mostraram que a aplicação de ácido salicílico aumentou significativamente a produção de enzimas superóxido dismutase e peroxidases em frutos de maçã, diminuindo a oxidação do ácido ascórbico, responsável por capturar e neutralizar espécies reativas de oxigênio, mantendo características físicas do fruto como a firmeza de polpa. Esses tipos de ação poderiam ter auxiliado na redução de podridões promovida pelo ácido salicílico. Da mesma forma, Yu; Zheng (2006) mostraram que o ácido salicílico potencializou a ação da levedura *Cryptococcus laurentii*, propiciando aumentos nas atividades de enzimas de defesa, tal como peroxidases, fenilalanina amônia-liase e lipoxigenases em frutos de maçã, e contribuindo significativamente para elevar o nível de controle da podridão de *Penicillium* exercido pela levedura.

Tratando frutos do conde com ácido salicílico a 0,8 mM, Mo et al. (2008) observaram diminuição nas taxas de respiração dos frutos, bem como na síntese de etileno, agindo como um antioxidante. Outros pesquisadores relataram que o tratamento com ácido salicílico, a partir da aspersão,

reduziu o apodrecimento de frutos de banana, nectarina, peras, kiwi e maçã (REGLINSKI et al., 1997; BAXBER et al., 2001; MO et al., 2008;), e diminuiu as injúrias causadas pelo frio em tomate e pepino armazenados sob baixa temperatura (MO et al., 2008).

Estes resultados podem estar relacionados ao fato de que o ácido salicílico, por ser um composto fenólico presente na maioria das plantas, apresentando ação reguladora de crescimento, atividade antioxidante, participando do fechamento estomático e da permeabilidade das membranas, poderia atuar, de algum modo, também na indução de resistência (ARFAN, 2009).

Atuando como indutor de resistência contra doenças foliares, o ácido salicílico em sua forma ativa, participa na via de acionamento de genes que codificam para um aumento no número de proteínas relacionadas à patogênese. Em sua forma conjugada (glicosídeo do ácido salicílico), no entanto, ele é inativo, constituindo-se em fonte de reserva para suprir futuras demandas nos mecanismos de resistência contra novas infecções que possam surgir (KLESSING, 1994). Isso ficou comprovado em um

experimento feito por Vieira e Valle (2006) que, ao aplicar um produto à base de ácido salicílico em mudas de cacau suscetíveis à vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) 30 dias antes da inoculação, encontraram redução de 50% na intensidade da doença. Em plantas de feijão, por exemplo, a aspersão de ácido salicílico a 0,01 M, no estádio V2, elevou a atividade de glucanases e quitinases, o que resultou em menor severidade da doença causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (CAMPOS et al., 2009).

Nos frutos de maçã, a menor dose de ácido salicílico capaz de promover um controle significativo do bolor azul quando misturada ao

inóculo de *P. expansum* foi a de 0,5 mM (Figura 6). Esse tratamento foi comparável ao cloro ativo, muito utilizado nas cooperativas de Santa Catarina para reduzir as perdas de pós-colheita causadas por fitopatógenos.

Dada sua elevada atividade antimicrobiana, demonstrada nos bioensaios *in vitro* e nos testes erradicantes com frutos, junto com outras propriedades que propiciam aumento no tempo de vida útil dos frutos, o ácido salicílico poderá se constituir como opção para o emprego na água de lavagem utilizada para o transporte dos frutos de maçã dentro dos packing-houses, em substituição aos tratamentos convencionais.

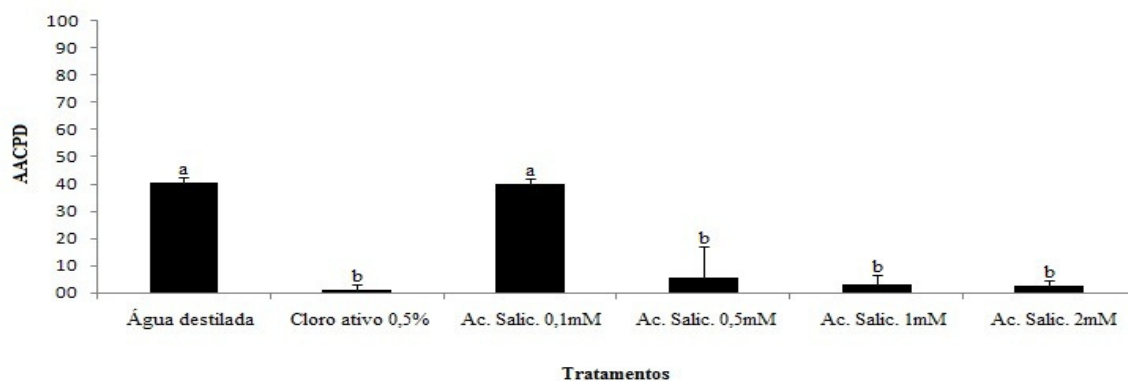


Figura 6. Efeito erradicante do ácido salicílico em diferentes concentrações sobre a severidade da podridão causada pelo fungo *P. expansum* (1×10^4 esporos/mL) em frutos tratados por imersão. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. CV(%): 13,75.

CONCLUSÕES

Os ácidos cinâmico e salicílico apresentam elevada atividade antimicrobiana sobre *Penicillium expansum*, agente causal do bolor azul.

O ácido salicílico exibe efeito erradicante contra o bolor azul sob baixas doses, podendo se

constituir uma alternativa para o manejo de podridões em pós-colheita.

AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pelos recursos disponibilizados ao desenvolvimento do trabalho e à COOPERSERRA, pelos frutos de maçã cedidos.

ABSTRACT: The blue mold, caused by *Penicillium expansum*, is responsible for great losses in stored apple fruit. Searching alternatives measures to conventional treatment, the effect of phenolic acids (cinnamic, ferulic, gallic, vanillic and salicylic acid) on *Penicillium expansum* and on blue mold intensity were evaluated. *In vitro*, the percentage of germination and the germ tube length of the fungus were assessed, using the phenolics at 1, 2,5 and 5 mM. *In vivo*, we evaluated the severity of *Penicillium* decay in fruits immersed on phenolic solutions at 2,5, 5 and 10 mM. In all experiments, the experimental design was completely randomized with four replications, and the experimental plot was represented by a drop on a microscope slide cavity or by 4 fruits inside a plastic tray. Cinnamic and salicylic acids completely inhibited the germination of the fungus at 2,5 mM, but only salicylic acid controlled the disease caused by *Penicillium expansum* when it was mixed with a spore suspension, reducing the incidence of blue mold by 80%. Thus salicylic acid has potential to control post-harvest decays.

KEYWORDS: Phenolic compounds. *Penicillium expansum*. Postharvest. Decay.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. A. P. **Atividade antimicrobiana de extratos e de compostos fenólicos e nitrogenados do café: avaliação *in vitro* e em modelo alimentar**. 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- ARFAN, M. Exogenous application of salicylic acid through rooting medium modulates ion accumulation and antioxidant activity in spring wheat under salt stress. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 11, n. 4, p. 437-442, 2009.
- BAXBER, G. J; GRAHAM, A. B; LAWRENCE, J. R; WILES, D; PATERSON, R. Salicylic acid in soups prepared from organically and non-organically grown vegetables. **European Journal of Nutrition**, Heidelberg, v. 40, n. 6, p. 289-292, 2001.
- BLUM, L. E. B; AMARANTE, C. V. T.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; GUIMARÃES, L. S.; DEZANET, A.; HACK NETO, P. *Cryptococcus laurentii* aplicado em pós-colheita reduz podridões em maçãs. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 433-436, 2004.
- CAMPOS, A. D; HAMPE, M. M. V; FERREIRA, A. G; ANTUNES, I. F; CASTRO, L. A. S. Indução de resistência sistêmica à antracnose em feijoeiro-comum pela raça delta avirulenta de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 44, n. 1, p. 15-21, 2009.
- DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants. **Nutrition Reviews**, Malden, v. 55, n. 11, p. 396-398, 1997.
- KAZEMI, M., ARAN, M., ZAMANI, S. Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. **American Journal of Plant Physiology**, Glasgow, v. 2, n. 6, p. 113-119, 2011.
- KLESSING, D. F.; MALAMY, J. The salicylic acid signal in plants. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 26, n. 5, p. 1439-1458, 1994.
- MARTINS, C. R; FARIA, J. C; HOFFMAN, A; ROMBALDI, C. V; SCHENATO, P. G. Fisiopatias e fitopatias em pós-colheita de maçãs produzidas em diferentes sistemas de produção nas safras de 2002 e 2003. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 1438-1441, 2007.
- MO, Y; GONG, D; LIANG, G; HAN, R; XIE, J; LI, W. Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during post-harvest storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 88, n. 15, p. 2693-2699, 2008.
- REGLINSKI, T; POOLE, P. R; WHITAKER, G; HOYTE, S. M. Induced resistance against *Sclerotinia sclerotiorum* in kiwifruit leaves. **Plant Pathology**, Malden, v. 46, n. 5, p. 716-721, 1997.
- RESENDE, M. L. V.; MACHADO, J. C. **Manejo de Doenças em Pós-Colheita de Produtos Vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 182p.
- SANHUEZA, R. M. V. **Jornal da Associação Gaucha dos Produtores de Maçã**, Vacaria, ed. 200, Janeiro de 2011.
- SANZANI, S. M; GIROLAMO, A; SCHENA, L; SOLFRIZZO, M; IPPOLITO, A. Control of *Penicillium expansum* and patulin accumulation on apples by quercetin and umbelliferone. **European Food Research and Technology**, New York, v. 28, n. 3, p. 381-389, 2008.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Potencial de extratos e óleos essenciais de vegetais como indutores de resistência plantas medicinais. In: Pascholati, S. F. **Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas contra fitopatógenos**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 27-28, 2002.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, East Lansing, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SHETTY, K; ADYANTHAYA, I; KWON, Y; APOSTOLIDIS, E; MIN, B; DAWSON, P. Postharvest enhancement of phenolic phytochemicals in apples for preservation and health benefits. **Postharvest biology and technology of fruits, vegetables and flowers**. Iowa, USA. 2008. 497p.

SPOTTS, R. A., CERVANTES, L. A., MIELKE, E. A. Variability in postharvest decay among apple cultivars. **Plant disease**, Ames, v. 83, n. 11, p. 1051-1054, 1999.

VIEIRA, D. R.; VALLE, R. R. Indução de resistência sistêmica para o controle da vassoura-de-bruxa *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer em cacauzeiros (*Theobroma cacao*) dos clones ICS 1 e CCN 51. **15^a Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau**. São José, Costa Rica, 2006.

YU, T.; ZHENG, X. D. Salicylic acid enhances biocontrol efficacy of the antagonist *Cryptococcus laurentii* in Apple fruit. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 25, n. 2, p. 166-174, 2006.