

# CONTROLE DE PODRIDÃO PÓS-COLHEITA DE *Penicillium* spp., EM MAÇÃ 'FUJI' COM FOSFITOS E FUNGICIDAS

POSTHARVEST DECAY CONTROL OF *Penicillium* spp., IN 'FUJI' APPLES WITH PHOSPHITES AND FUNGICIDES

BRACKMANN, Auri<sup>1</sup>; SESTARI, Ivan<sup>2</sup>; GIEHL, Ricardo F. H.<sup>3</sup>; STEFFENS, Cristiano A.<sup>4</sup>; FAULIN, Gustavo Di C.<sup>5</sup>; PINTO, Josuel A. V.<sup>6</sup>

- NOTA TÉCNICA -

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fungicidas e de fosfitos de potássio no controle de podridão pós-colheita de *Penicillium* spp., durante o armazenamento refrigerado de maçã 'Fuji'. Os tratamentos foram: controle; Iprodione 150mL.100L<sup>-1</sup>; Cloreto de benzalcônio (200 e 300mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (B) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-30-20 (300 e 400mL.100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (B) 00-30-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300 e 400mL 100L<sup>-1</sup>) e fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%). O fosfito de potássio (B) 00-40-20 e o 00-30-20 apresentaram menor eficiência em relação ao fosfito de potássio (B) 00-28-26, porém foram semelhantes ao fungicida padrão (Iprodione). A eficiência destes dois fosfitos na redução da porcentagem de frutos podres foi incrementada pela adição de cloreto de cálcio (2%) na solução. Esta mistura também apresentou um efeito na redução do diâmetro da lesão podre dos frutos.

**Palavras-chave:** armazenamento, fitoalexinas, crescimento micelial.

A incidência de podridões de *Penicillium* spp. em maçãs durante o armazenamento causa perdas qualitativas e quantitativas, além de reduzir o tempo de armazenamento. A contaminação dos frutos pode ocorrer ainda no campo ou durante o manejo pós-colheita. Uma forma de reduzir as perdas decorrentes da ação dos fungos em pós-colheita é a aplicação de fungicidas. Entretanto, em função da possibilidade da presença de resíduos nos frutos, formas alternativas de controle têm sido alvo de pesquisa.

O fosfito de potássio tem sido testado para uso em várias culturas na Austrália, apresentando alta eficiência no controle de míldios e de diversas doenças causadas por *Phytophthora* spp. (WICKS et al., 1990). Na Nova Zelândia, GEELEN (1999) relata a boa eficiência do fosfito no controle da sarna e oídio da macieira, em condição de baixa pressão da doença. Vários trabalhos demonstram que o fosfito atua diretamente sobre o fungo (FENN & COFFEY, 1985; WILKINSON et al., 2001). Outros, no entanto, atribuem sua eficiência a um efeito indireto

por meio da ativação dos mecanismos de defesa da planta (NEMESTOTHY & GUEST, 1990; JACKSON et al., 2000). Neste caso, a aplicação do fosfito estimularia a produção de fitoalexinas, produzidas pelas plantas quando estas são infectadas por algum patógeno (SAINDRENAT et al., 1988; SAIDRENAT et al., 1990; HRAZDINA, et al., 1997).

Os fosfitos podem atuar reduzindo o crescimento micelial, a formação de esporângios e a liberação de zoósporos. A germinação de zoósporos não é muito afetada (COHEN & COFFEY, 1986). Por outro lado, é pouco conhecido o efeito dos fosfitos sobre as várias fases do ciclo de vida de outros patógenos.

Existem muitos estudos quanto à ação fungicida dos fosfitos, principalmente no controle de míldios e doenças causadas por *Phytophthora* spp., em várias culturas, tais como: citros, abacate, videira e hortaliças de um modo geral. No entanto, são poucos os trabalhos relacionados com o controle de doenças na cultura da macieira, em especial visando à proteção pós-colheita dos frutos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fosfitos de potássio e de fungicidas orgânicos sobre o controle de podridões pós-colheita em maçã Fuji.

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com maçãs provenientes de um pomar comercial localizado em Vacaria, RS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 frutos. Após a seleção dos frutos e homogeneização das amostras foram feitas 4 lesões distribuídas equidistantemente sobre a região equatorial dos frutos. As perfurações foram realizadas utilizando ponteira de 3mm de diâmetro e 5mm de profundidade. Os tratamentos foram: controle; Iprodione 150mL.100L<sup>-1</sup>; Cloreto de Benzalcônio (200 e 300mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (A) 00-40-20 300mL 100L<sup>-1</sup>; fosfito de potássio (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-40-20 (300 e 400mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (B) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-30-20 (300 e 400mL 100L<sup>-1</sup>); fosfito de potássio (B) 00-30-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300 e 400mL 100L<sup>-1</sup>) e fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%). Para a

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dr., Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Aluno do PPGA da UFSM, bolsista CNPq. E-mail: isestari@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Aluno do PPGA da UFSM, bolsista CNPq. E-mail: hetgiel@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Eng. Agr., Msc. Aluno do PPGA da UFSM, Bolsista Capes. E-mail: cristianosteffens@bol.com.br

<sup>5</sup> Eng. Agr., Mestrando em Máquinas Agrícolas pela Esalq/USP. E-mail: gfaulin@hotmail.com

<sup>6</sup> Acadêmico do curso de Agronomia, bolsista Fapergs. E-mail: josuelpinto@bol.com.br

(Recebido para Publicação em 22/10/2004, Aprovado em 19/04/2005)

aplicação dos tratamentos, utilizou-se um recipiente, no qual diluiu-se, em água o produto comercial com adição de 10mL de espalhante adesivo Iharaguen®. Os frutos foram submersos durante 2 minutos com constante movimentação da solução. O tratamento controle foi submerso apenas em água com espalhante adesivo. Após a aplicação, os frutos foram conservados em armazenamento refrigerado (AR) a -0,5°C. A temperatura no interior da câmara foi controlada automaticamente por um termostato de precisão, sendo monitorada diariamente através de um termômetro com bulbo de mercúrio inserido na polpa de um fruto, admitindo-se uma oscilação de  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ .

As análises foram efetuadas aos 6 e 8 meses de armazenamento refrigerado sendo realizadas na saída da câmara e após 3, 6, 9, 12, a 15 dias de exposição dos frutos a 20°C. Os tratamentos fosfito de potássio (B) 00-40-20 (400mL 100L<sup>-1</sup>), fosfito de potássio (B) 00-30-20 (400mL 100L<sup>-1</sup>) e fosfito de potássio (B) 00-28-26 (400mL 100L<sup>-1</sup>) foram avaliados somente após 8 meses de armazenamento. Foram avaliados: a porcentagem de lesões (furos) que apresentavam

danos característicos de ataque de fungos, e o diâmetro das lesões podres, com o uso de uma régua milimetrada.

Os dados, expressos em porcentagem, foram transformados pela fórmula  $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$ , antes de proceder-se à análise da variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Aos 6 meses de armazenamento, os frutos tratados com fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%) apresentaram porcentagem de lesões com podridão inferior a 10%, na saída da câmara (Tabela 1). Na avaliação realizada após 15 dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C, a diferença se manteve sendo que os frutos tratados com esta mistura apresentaram de 10 a 15% menos lesões podres em relação aos frutos tratados com fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) e com fosfito de potássio (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%) (Tabela 1). BRACKMANN, et al. (2004) obtiveram resultados semelhantes no controle de podridões em maçãs 'Fuji' quando a aplicação de fosfito de potássio foi associada ao CaCl<sub>2</sub> (2%).

Tabela 1 - Porcentagem de lesões podres na maçã 'Fuji' após 6 meses de armazenamento refrigerado a -0,5°C, mais 15 dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C. Santa Maria, 2002.

Tratamentos	Lesões com podridão (%)					
	Dias após saída da câmara					
	0	3	6	9	12	15
Controle (água)	50,5abc*	64,5ab	74,0a	83,0abcd	86,5abc	91,5ab
Iprodione (150mL.100L <sup>-1</sup> )	24,0de	36,0ef	50,5de	66,5fg	73,5cdef	85,5bc
Fosfito (A) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	38,5bcd	52,0bcde	69,5abc	78,5bcde	83,5abcd	90,0ab
Fosfito (A) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> ) + CaCl <sub>2</sub> (2%)	15,0ef	20,0gh	30,5fg	48,5hi	64,0ef	68,0de
Fosfito (B) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	35,0cd	55,5bcd	71,0ab	86,0abc	87,0abc	92,0ab
Fosfito (B) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> ) + CaCl <sub>2</sub> (2%)	22,0de	37,5ef	44,0f	60,5fgh	69,5def	78,5cd
Fosfito (B) 00-30-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	53,5ab	63,5ab	81,0a	89,0a	91,0a	95,0a
Fosfito (B) 00-30-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> ) + CaCl <sub>2</sub> (2%)	27,0de	43,5cdef	56,0bcde	78,5bcde	75,5cde	85,5bc
Fosfito (B) 00-28-26 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	16,0de	33,0g	43,0f	56,0gh	60,5fg	65,5de
Fosfito (B) 00-28-26 (300mL 100L <sup>-1</sup> ) + CaCl <sub>2</sub> (2%)	7,0e	12,0h	20,5g	35,0i	46,5g	55,0e
Cloreto de benzalcônio (200mL 100L <sup>-1</sup> )	34,5cd	56,5abc	67,0abcd	87,5ab	92,0ab	98,0a
Cloreto de benzalcônio (300mL 100L <sup>-1</sup> )	27,0de	38,8def	53,2cde	72,3cdef	82,3abcd	93,0ab
Média	29,16	42,73	55,0	70,11	75,98	83,12
C.V. (%)	19,95	14,95	13,72	10,62	10,06	9,56

Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), o fosfito de potássio apresentou efeito direto sobre o crescimento micelial (BONETI & KATSURAYAMA, 2002), promovendo, na dose comercial de (300mL 100L<sup>-1</sup>), uma redução de 68,4% no crescimento micelial. Por outro lado, nesta mesma dose, praticamente não afetou a germinação de conídios, promovendo apenas 15,4% de redução (KATSURAYAMA & BONETI, 1999).

Nas avaliações realizadas no momento da saída da câmara, após 8 meses de armazenamento refrigerado, os frutos tratados com Cloreto de benzalcônio (200mL 100L<sup>-1</sup>)

não diferiram estatisticamente daqueles tratados com fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%) em relação a lesões podres (Tabela 2). O aumento da dose de fosfito de potássio (B) 00-28-26 de 300 para 400mL 100L<sup>-1</sup>, não aumentou a eficiência do produto.

Após 8 meses de armazenamento, os frutos tratados com fosfito de potássio (B) 00-28-26 (300mL.100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%) apresentaram menor diâmetro das lesões na avaliação realizada aos 3 e aos 9 dias a 20°C. Nestas mesmas condições, não houve diferença estatística entre o Cloreto de benzalcônio (200mL.100L<sup>-1</sup>) e Iprodione (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem de lesões podres e diâmetro de lesões na maçã 'Fuji' após 8 meses de armazenamento refrigerado a -0,5°C, mais 9 dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C. Santa Maria, 2002.

	Dias após a saída da câmara					
	0	3	6	9		
	Lesões com podridão (%)	Lesões com podridão (%)	Diâmetro das lesões (cm)	Lesões com podridão (%)	Lesões com podridão (%)	Diâmetro das lesões (cm)
Controle (água)	89,0a*	94,5a	3,9bc*	97,0a	98,0a	4,7ab
Iprodione (150mL 100L <sup>-1</sup> )	41,5cdef	57,0cdef	2,5def	2,8cdefg	81,8efghi	3,1cdef
Fosfito (A) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	52,5bcde	70,3bcde	3,2cdef	80,5bcde	86,0cdefgh	4,2bc
Fosfito (A) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )+CaCl <sub>2</sub>	35,5defg	48,5ef	2,2ef	71,5defg	83,5defgh	2,8ef
Fosfito (B) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	64,7bc	74,7bc	2,6cdef	84,0bcde	90,0bcdefg	3,2cdef
Fosfito (B) 00-40-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )+CaCl <sub>2</sub>	31,5efg	39,0fg	2,4def	64,0efg	74,0ghi	3,1cdef
Fosfito (B) 00-40-20 (400mL 100L <sup>-1</sup> )	69,3b	73,5bcd	3,6cde	84,0bcde	93,8abcd	4,1bcd
Fosfito (B) 00-30-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	55,0bcd	68,0bcde	3,7cd	85,5bcde	85,5defgh	3,8bcde
Fosfito (B) 00-30-20 (300mL 100L <sup>-1</sup> )+CaCl <sub>2</sub>	54,5bc	66,0bcde	2,5cdef	75,8bcdef	5,8cdefgh	3,0cdef
Fosfito (B) 00-30-20 (400mL 100L <sup>-1</sup> )	58,5bc	68,5bcde	3,6cde	77,3bcdef	86,5cdefgh	3,8bcde
Fosfito (B) 00-28-26 (300mL 100L <sup>-1</sup> )	33,0defg	40,3fg	2,8cdef	54,0g	63,3i	3,3cdef
Fosfito (B) 00-28-26 (300mL 100L <sup>-1</sup> )+CaCl <sub>2</sub>	16,8g	20,3g	1,7f	33,5h	45,5j	2,1f
Fosfito (B) 00-28-26 (400mL 100L <sup>-1</sup> )	43,8cdef	51,8def	3,5cde	64,0efg	74,0ghi	4,0bcd
Cloreto de benzalcônio (200mL 100L <sup>-1</sup> )	19,8g	38,8fg	2,4def	53,0g	72,5hi	2,9def
Cloreto de benzalcônio (300mL 100L <sup>-1</sup> )	26,8fg	43,0f	2,7cdef	57,0fg	75,3fghi	3,4cde
Média	46,15	56,78	2,88	70,26	73,7	3,43
C.V. (%)	18,37	16,03	26,70	12,98	10,84	19,48

\* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo BONETI & KATSURAYAMA (2002) em ensaios realizados em casa de vegetação, com aplicações em pré e pós-inoculação, o fosfito apresentou alta eficiência somente quando aplicado 7 dias antes da inoculação. Quando aplicado 1, 3 e 5 dias antes da inoculação, a eficiência foi média ou baixa. Segundo HARDY et al. (2001), os fosfitos apresentam variabilidade considerável em relação à eficiência e persistência entre as mais diversas espécies de plantas, época e frequência de aplicação. Sendo que o intervalo entre tratamentos e inoculação influencia os níveis de enzima ativada e acumulação de fenóis, associados com o desenvolvimento da lesão (SAINDRENAT et al., 1988; NEMESTOTHY & GUEST, 1990).

O fosfito de potássio (B) 00-28-26 e o Cloreto de benzalcônio apresentaram eficácia superior ao fungicida padrão Iprodione. A eficiência do fosfito de potássio (B) 00-28-26 e demais fosfitos sempre foi incrementada pela associação com cloreto de cálcio (2%).

#### ABSTRACT

This experiment was conducted aiming to evaluate the effect of phosphite and fungicide application on postharvest decay, caused by *Penicillium* spp., during cold storage of 'Fuji' apples. Treatments were: control; Iprodione (150mL 100L<sup>-1</sup>); Benzalkonium Chloride (200 or 300mL 100L<sup>-1</sup>); potassium phosphite (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>); potassium phosphite (A) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>)+ CaCl<sub>2</sub> (2%); potassium phosphite (B) 00-40-20 (300 or 400mL 100L<sup>-1</sup>); potassium phosphite (B) 00-40-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); potassium phosphite (B) 00-30-20 (300 or 400mL 100L<sup>-1</sup>); potassium phosphite (B) 00-30-20 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%); PHO-K 00-28-26 (300 or 400mL 100L<sup>-1</sup>); PHO-K 00-28-26 (300mL 100L<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (2%). Analysis were carried out after 8 months of cold storage at -0,5°C. Potassium phosphite (B) 00-40-20 and 00-30-20 showed lower efficiency than potassium phosphite (B) 00-28-26, but their results were seeded with Iprodione application. The efficiency of phosphites application in reduction of decay percentage in fruits was increased by CaCl<sub>2</sub> addition and also showed effect in reduction of lesion diameter.

Key words: storage, phytoalexins, mycelial growth.

#### REFERÊNCIAS

- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO. **Anais...** Fraiburgo2002. p.125-139.
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I. et al. 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.
- COHEN, M. D.; COFFEY, M. D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. **Ann. Rev. Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, p.311-338, 1986.
- FENN, M. E.; COFFEY, M. D. Further evidence for direct mode of action of phosethyl-al and phosphorous acid. **Phytopathology**, St Paul, v.75, p. 1064-1068, 1985.
- GEELLEN, J. A. An evaluation of Agri-Fos Supra 400 for the control of black spot and powdery mildew of apple in Hawke's Bay. N. I.: Geelen Research Ltda. **Independent Horticultural Consultants**, 29 April, 15p., 1999.
- HARDY, G. E. St.J.; BARRETT, S.; SHEARER, B. L. The future of phosphites as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems. **Australasian Plant Pathology**, Orange, v.30, p.133-139, 2001
- HRAZDINA, G.; WLODZIMIERZ, B. W.; LESTER, C. Phytoalexin production in an apples cultivar resistant to *Venturia inaequalis*. **Phytopathology**, St Paul, v. 87, p. 868-878, 1997.
- JACKSON, T. J.; BURGESS, T.; COLQUHOUN, I. et al. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, Edinburgh, v. 49, p.147-154, 2000.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Controle das doenças de verão da macieira. In: REUNIÃO ANUAL DE

FITOSANIDADE NA CULTURA DA MACIEIRA (1998/99), 4, 1999, São Joaquim, SC. **Relatório...** Epagri- Estação Experimental de São Joaquim, São Joaquim, SC. 1999 p.24-28.

NEMESTOTHY, G. S.; GUEST, D. I. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammoniase activity and ethylene biosynthesis in fosetyl-al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 37, p. 207-219, 1990.

SAINDRENAT, P.; BARCHIETTO, T.; AVELINOP, J. et al. Effect of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.32, p. 425-435, 1988.

SAINDRENAT, P.; BARCHIETTO, T.; BOMPEIX, G. Effect of phosphonate on the elicitor activity of culture filtrates of *Phytophthora cryptogea* in *Vigna unguiculata*. **Plant Science**, Sofia, v. 76, p. 245-251, 1990.

WICKS, T. J.; MARGAREY, P. A.; BOER, R. F. et al. Evaluación del fosfito potásico como fungicida en Austrália. In: CONFERENCIA DE BRINHTON PARA PROTECCIÓN DE LÃS COSECHAS, 1990, Brinhton. **Pestes y Enfermedades**. Brinhton, 1990.

WILKINSON, C. J.; SHEARER, B. L.; JACKSON, T. J. et al. Variation in sensitivity of Western Australian isolates of *Phytophthora cinnamomi* to phosphates in vitro. **Plant Pathology**, Edinburgh, v.50, p. 83-89. 2001.