

O Uso de Fosfitos no Manejo de Doenças Fúngicas em Fruteiras e Soja



ISSN 1517-5111
ISSN online 2176-5081
Abril, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 288

O Uso de Fosfitos no Manejo de Doenças Fúngicas em Fruteiras e Soja

*Alexei de Campos Dianese
Luiz Eduardo Bassay Blum*

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Renato Berlim*

Capa: *Renato Berlim*

Foto da capa: *Alexei Dianese e Luiz Blum*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2010): tiragem 100 exemplares

Edição online (2010)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

ID86

Dianese, Alexei de Campos

O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja / Alexei de Campos Dianese, Luiz Eduardo Bassay Blum. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

29 p. - (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081 ; 288).

1. Fertilizante. 2. Fruta. 3. Fungo. 4. Soja. I. Dianese, Alexei de Campos II. Blum, Luiz Eduardo Bassay III. Série

Autores

Alexei de Campos Dianese

Biólogo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

alexi.dianese@cpac.embrapa.br

Luiz Eduardo Bassay Blum

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Professor da Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas,

Campus Universitário, Asa Norte

70910-900, Brasília, DF

luizblum@unb.br

Apresentação

A utilização de fertilizantes à base de fósforo está se tornando uma alternativa cada vez mais comum na agricultura. Especificamente em relação ao uso do fosfito, há relatos da sua ação tóxica contra determinadas espécies de fungos, e também do seu papel com ativador de mecanismos de defesa das plantas. No texto a seguir, estão relatos sobre o uso de fosfitos para o controle de doenças fúngicas em determinadas fruteiras e em soja.

José Robson Bezerra Sereno
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
Efeito dos Fosfitos na Podridão por <i>Phytophthora cactorum</i> em Morangueiro	10
Efeito dos Fosfitos em Doenças do Mamoeiro	12
Efeito dos Fosfitos em Doenças da Macieira e Videira	17
Efeito dos Fosfitos sobre a Ferrugem-asiática-da-soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	21
Considerações Finais	26
Referências	26
Abstract	29

O Uso de Fosfitos no Manejo de Doenças Fúngicas em Fruteiras e Soja

Alexei de Campos Dianese

Luiz Eduardo Bassay Blum

Introdução

O fosfito é um composto derivado do ácido fosforoso (H_3PO_3) e é considerado um fertilizante. O íon fosfito tem aproximadamente 7% a mais de fósforo por molécula de que o fosfato. Os fosfitos têm alta solubilidade em água e em solventes orgânicos e são absorvidos mais rapidamente por raízes e folhas do que os fosfatos (BLUM et al. 2006; BLUM 2008; NEVES, 2006; RIBEIRO JUNIOR, 2006).

A utilização de fertilizantes à base de fósforo está se tornando uma alternativa cada vez mais comum na agricultura; não só por induzirem proteção às plantas contra determinadas doenças, mas também por proporcionarem benefícios nutricionais e incrementos na produção (NOJOSA, 2002; NOBRE, 2005).

Especificamente em relação ao uso do fosfito, há relatos da sua ação tóxica contra determinadas espécies de fungos, e também do seu papel como ativador de mecanismos de defesa das plantas (ALI et al., 1993; VARADAJAN et al., 2002; DANIEL; GUEST, 2005).

A seguir estão relatados alguns trabalhos com fruteiras e soja em que determinados fosfitos foram utilizados como ferramenta de manejo de diferentes fungos fitopatogênicos.

Efeito dos Fosfitos na Podridão por *Phytophthora cactorum* em Morangueiro

Esse oomiceto causa a podridão do fruto e do colo do morangueiro conhecida por “leather rot” (ROSE, 1924). Desde seu primeiro relato em 1924, a doença já se disseminou por grande parte dos Estados Unidos além de Europa e Ásia (MADDEN et al., 1991).

Rebollar-Alviter et al. (2005) testaram a eficiência de azoxystrobin, pyraclostrobin, mefenoxam e uma formulação de fosfito de potássio (ProPhyt) para o controle da “leather rot” no morangueiro em experimentos de campo em dois anos consecutivos (2003 e 2004). Todos os tratamentos reduziram significativamente a incidência da podridão quando comparados ao controle sem tratamento químico (Tabelas 1 e 2); não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos dois anos em que foram realizados os experimentos de campo (REBOLLAR-ALVITER et al., 2005).

Rebollar-Alviter et al. (2007) também testaram os mesmos produtos para atividade pré e pós-infecção de morangueiros por *P. cactorum*. Constatou-se que todos, quando aplicados em até 7 dias antes da inoculação, reduziam significativamente os sintomas de podridão. Além disso, apenas o fosfito e o mefenoxam tiveram efeito curativo quando aplicados 36 horas após a inoculação do patógeno (REBOLLAR-ALVITER et al., 2007).

Tabela 1. Efeito de fungicidas no controle da podridão do colo e do rizoma (“leather rot”) em morangueiro, 2003.

Tratamento (a.i/ha)	Podridão (%) ^w	Produção comercial (%) ^x	Nº total de frutos	Produtividade (kg) ^y	Controle (%)
Pyraclostrobin (0,20 kg)	3,6 b ^(z)	90,3 a	850 a	10,7 a	95
Azoxystrobin (0,28 kg)	6,3 b	89,8 a	732 a	9,9 a	91
Fosfito (2,35 kg)	7,4 b	85,8 ab	823 a	9,3 a	89
Mefenoxam (0,56 kg)	11,0 b	80,0 b	829 a	9,5 a	84
Controle	67,3 a	29,1 c	885 a	7,7 b	--

^w Porcentagem média de frutos infectados por *Phytophthora cactorum* em três colheitas (16, 19, e 24 de junho).

^x Porcentagem média de frutos viáveis para comercialização nas três colheitas.

^y Produtividade total das três colheitas (linhas de 3 m por repetição).

^z Análise estatística de acordo com o teste LSD modificado de Duncan (bayesiano) ($P = 0.05$).

Fonte: Rebollar-Alviter et al., 2005.

Tabela 2. Efeito de fungicidas no controle da podridão do colo e do rizoma (“leather rot”) em morangueiro, 2004.

Tratamento (a.i/ha)	Podridão (%) ^w	Produção comercial (%) ^x	Nº total de frutos	Produtividade (kg) ^y	Controle (%)
Pyraclostrobin (0,20 kg)	0,5 a ^(z)	96,8 a	1.080 a	10,8 a	99
Azoxystrobin (0,28 kg)	0,4 a	97,8 a	1.054 a	10,9 a	99
Fosfito (2,35 kg)	0,8 a	96,8 a	1.065 a	10,4 a	98
Mefenoxam (0,56 kg)	0,3 a	97,9 a	1.080 a	9,6 a	99
Controle	58,1 b	35,9 b	1.144 a	7,7 b	--

^w Porcentagem média de frutos infectados por *Phytophthora cactorum* em três colheitas (3, 7, 10 de junho).

^x Porcentagem média de frutos viáveis para comercialização nas três colheitas.

^y Produtividade total das três colheitas (linhas de 3 m por repetição).

^z Análise estatística de acordo com o teste LSD modificado de Duncan (bayesiano) ($P = 0.05$).

Fonte: Rebollar-Alviter et al., 2005.

Efeito dos Fosfitos em Doenças do Mamoeiro

Podridão por *Phytophthora palmivora*

A podridão-do-pé (*P. palmivora*) ou podridão-das-raízes e dos frutos do mamoeiro é uma das principais doenças dessa planta, ocorrendo onde quer que seu hospedeiro seja plantado. Em algumas regiões produtoras do Brasil, as perdas ocasionadas pela doença podem atingir cerca de 10% (LIBERATO et al., 1993). Em situações onde predominam elevados índices pluviométricos e temperaturas entre 25 °C e 30 °C, as perdas podem atingir 60% (KO, 1994; SILVA et al., 1999).

Dianese et al. (2009) testaram a eficiência de sete fosfitos (Tabela 3) no controle da podridão-do-pé em experimentos de casa de vegetação, onde o patógeno foi inoculado após a aplicação foliar dos produtos. Com uma aplicação semanal (Tabela 3), somente o tratamento com o fosfito -C10% P₂O₅ + 6% Ca- diferiu significativamente da testemunha. Já, com duas aplicações semanais, todos os tratamentos com fosfito diferiram da testemunha, sendo que, nesse caso, o tratamento com fosfito -B40% P₂O₅ + 20% K₂O- foi o que mais reduziu a doença (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito de uma ou duas aplicações semanais de fosfito de potássio na intensidade da podridão-do-pé-do-mamoeiro ('Tailândia Roxão') causada por *Phytophthora palmivora*.

Produto	Intensidade de doença (0-3) ⁽²⁾	
	Uma pulverização semanal (3) ⁽¹⁾	Duas pulverizações semanais ⁽⁶⁾
A40% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	1,30 ⁽³⁾	1,38*
B40% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	1,15	1,06*
C10% P ₂ O ₅ + 6% Ca	0,95*	1,50*

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Produto	Intensidade de doença (0-3) ⁽²⁾	
	Uma pulverização semanal (3) ⁽¹⁾	Duas pulverizações semanais ⁽⁶⁾
D20% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	1,40	* 1,44
E40% P ₂ O ₅ + 6% Mg	1,30	* 1,63
F30% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	1,45	* 1,56
G20% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	1,20	* 1,69
80% Fosetyl-Al	1,55	* 1,88
Testemunha sem produto	1,45	2,06
Testemunha não inoculada ⁴	0	0

¹ Número total de pulverizações durante a condução do experimento. ² Intensidade de doença – 0 = sem sintomas; 1 = 50% de murcha; 2 = 51% a 100% de murcha; 3 = morte. ³ Valores de mediana com asterisco (*) diferem significativamente (Teste de Dunnett, P<0,05) da testemunha sem aplicação de produtos. ⁴ Testemunha não inoculada com o patógeno, mas ferida com palito.

Fonte: Dianese et al., 2009.

Manchas em frutos e folhas de mamoeiro por *Asperisporium caricae*

A varíola (*A. caricae*) ou pinta-preta é uma das doenças mais comuns do mamoeiro, incitando manchas em folhas e frutos (RESENDE; FANCELLI 1997; VENTURA et al., 2003). As lesões nos frutos afetam a aparência depreciando o valor de mercado, além de facilitar a infecção por patógenos pós-colheita (VENTURA et al., 2003).

Dianese et al. (2008) avaliaram o efeito de aplicações foliares de fosfitos (K, Ca, Mg e Cu) sobre a doença. Dois fosfitos e o fungicida Fosetyl-Al foram testados em condições de campo, com plantas naturalmente infectadas por *A. caricae*. Além disso, dez fosfitos e o fungicida Fosetyl-Al foram testados sob telado também com plantas naturalmente infectadas pelo patógeno. Tanto no experimento de campo (Tabelas 4 e 5) quanto sob telado (Tabelas 6 e 7), os tratamentos contendo fosfito reduziram a severidade da doença (DIANESE et al., 2008).

Tabela 4. Efeito de fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) em frutos de nove genótipos de mamoeiro, entre abril e julho de 2005, em condições de campo (Brasília, DF).

Tratamento	Genótipo – Severidade (1 – 6) de varíola									
	1 ⁽¹⁾	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
P ₂ O ₅ 40% + K 20% ⁽²⁾	2,93b ⁽⁴⁾	2,73b	1,88b	2,93b	3,18b	3,26ab	2,15b	3,33b	2,53ab	2,77b
P ₂ O ₅ 40% + K 20 ⁽³⁾	2,50b	2,67b	2,23b	3,07b	3,03b	3,15b	2,35ab	3,67b	1,63b	2,70b
Fosetyl-AI, 250g hL ⁻¹	2,55b	2,85b	2,60b	3,47ab	3,37ab	2,85b	2,23ab	3,24b	1,78b	2,66b
Sem tratamento	3,93a	3,68a	3,51a	3,98a	4,00a	4,47a	2,75a	4,13a	2,83a	3,70a
Média	2,98	2,98	2,55	3,36	3,15	3,43	2,37	3,59	2,19	-
DMS*	1,00	0,83	0,72	0,91	0,65	1,22	0,60	0,80	0,75	0,93

*Diferença mínima significativa de Tukey (P < 0,05).

⁽¹⁾ 1- 'NT Red'; 2- 'Golden'; 3- 'Baixinho de St. Amália'; 4- 'Grampola'; 5- 'Sunrise Solo'; 6- 'Cross Paris'; 7- Tailândia Verde'; 8- 'Tailândia Roxo'; 9- 'Tailândia Roxão'.

⁽²⁾ P₂O₅ 40% + K 20% (150mL hL⁻¹).

⁽³⁾ P₂O₅ 40% + K 20% (250mL hL⁻¹).

⁽⁴⁾ Os valores são relativos às medias de quatro repetições e de dez avaliações no tempo.

Fonte: Dianese et al., 2008.

Tabela 5. Efeito de fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) em folhas de nove genótipos de mamoeiro, entre abril e julho de 2005, em condições de campo (Brasília, DF).

Tratamento	Genótipo – Severidade (1 – 6) de varíola									
	1 ⁽¹⁾	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
P ₂ O ₅ 40% + K 20% ⁽²⁾	4,10b ⁽⁴⁾	3,78b	3,48a	4,43ab	4,14ab	4,00b	3,93ab	4,40	3,28b	3,95b
P ₂ O ₅ 40% + K 20% ⁽³⁾	4,62b	3,83b	3,38a	4,10b	3,68b	4,33b	3,70b	4,50	2,83b	3,88b
Fosetyl-Al, 250g hL ⁻¹	4,13b	3,88b	3,65a	4,11b	3,90b	4,40b	3,53b	4,45	3,58ab	3,96b
Sem tratamento	5,17a	4,38a	4,17b	4,78a	4,33a	5,26a	4,25a	4,59	3,85a	4,53a
Média	4,50	3,96	3,67	4,35	4,01	4,50	3,85	4,48	3,38	-
DMS*	0,49	0,50	0,52	0,67	0,43	0,86	0,55	n.s. ⁽⁵⁾	0,45	0,57

* Diferença mínima significativa de Tukey (P < 0,05)

⁽¹⁾ 1- 'NT Red'; 2- 'Golden'; 3- 'Baixinho de St. Amália'; 4- 'Grampola'; 5- 'Sunrise Solo'; 6- 'Cross Paris'; 7- 'Tailândia Verde'; 8- 'Tailândia Roxo'; 9- 'Tailândia Roxão'.

⁽²⁾ P₂O₅ 40% + K 20% (150 mL hL⁻¹).

⁽³⁾ P₂O₅ 40% + K 20% (250 mL hL⁻¹).

⁽⁴⁾ Os valores são relativos às médias de quatro repetições e de dez avaliações no tempo.

⁽⁵⁾ n. s. = não significativa.

Fonte: Dianese et al., 2008.

Tabela 6. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro ('Sunrise Solo') entre março e abril de 2005 em casa de vegetação.

Tratamento - princípio ativo (% g ⁻¹)	Dose de produto comercial	Severidade média (1-6)*
P ₂ O ₅ 40% + K 20%	150 mL hL ⁻¹	2,73b
P ₂ O ₅ 40% + K 20%	250 mL hL ⁻¹	2,66b
P ₂ O ₅ 30% + Ca 6%	400 mL hL ⁻¹	2,91b
P ₂ O ₅ 20 % + K 20%	200 mL hL ⁻¹	2,57b
P ₂ O ₅ 30% + Ca 7%	300 mL hL ⁻¹	2,46b
P ₂ O ₅ 30% + Mg 4%	300 mL hL ⁻¹	2,91b
P ₂ O ₅ 40% + Mg 6%	150 mL hL ⁻¹	2,84b
P ₂ O ₅ 30% + K 20%	180 mL hL ⁻¹	2,66b
P ₂ O ₅ 25% + Cu 5%	250 mL hL ⁻¹	1,84c
P ₂ O ₅ 20% + K 20%	200 mL hL ⁻¹	2,80b
Fosetyl-AI 80%	250 g hL ⁻¹	2,86b
Testemunha sem aplicação	-	3,46a
Diferença mínima significativa* *	-	0,54

* Os valores são relativos às médias de cinco repetições e de sete avaliações no tempo.

** Teste de Tukey, 5%.

Fonte: Dianese et al., 2008.

Tabela 7. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro ('Sunrise Solo') entre maio e junho de 2005 em casa de vegetação.

Tratamento - princípio ativo (% g g ⁻¹)	Dose de produto comercial	Severidade média (1-6)*
P ₂ O ₅ 40% + K 20%	150 mL hL ⁻¹	2,72b
P ₂ O ₅ 40% + K 20%	250 mL hL ⁻¹	2,52b
P ₂ O ₅ 30% + Ca 6%	400 mL hL ⁻¹	2,92a
P ₂ O ₅ 20% + K 20%	200 mL hL ⁻¹	2,66b
P ₂ O ₅ 40% + Mg 6%	150 mL hL ⁻¹	2,54b
P ₂ O ₅ 30% + K 20%	180 mL hL ⁻¹	2,72b
P ₂ O ₅ 20% + K 20%	200 mL hL ⁻¹	2,70b
Fosetyl-Al 80%	250 g hL ⁻¹	2,78b
Testemunha sem aplicação	-	3,14a
Diferença mínima significativa**	-	0,36

* Os valores são relativos às médias de cinco repetições e de cinco avaliações no tempo.

** Teste de Tukey, 5%

Fonte: Dianese et al., 2008.

Efeito dos Fosfitos em Doenças da Macieira e da Videira

Mancha-foliar-da-gala por *Colletotrichum gloeosporioides*

A mancha-foliar-da-gala foi constatada inicialmente em plantios de maçã "Gala" no Paraná. Hoje a doença se encontra disseminada em todas as regiões produtoras do sul do país (EPAGRI, 2002). A doença é causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, patógeno com grande variabilidade genética, o que dificulta ainda mais seu controle (HAMADA, 2005).

Araújo et al. (2008) avaliaram *in vitro* e *in vivo* a eficiência do fosfito para o controle da mancha-foliar-da-gala. Constatou-se uma redução significativa do crescimento micelial em meio de cultura contendo diferentes concentrações de fosfito. Além disso, em testes com mudas de macieira em casa de vegetação, a aplicação de fosfito 24 horas após a inoculação das folhas com *C. gloeosporioides* reduziu em 90% a severidade da doença (ARAÚJO et al., 2008)

Doenças pós-colheita

O uso de fungicidas químicos no pós-colheita vem sofrendo uma série de restrições, principalmente devido ao seu efeito residual. Entre as alternativas sendo estudadas, estão as aplicações de produtos à base de fosfito (BRACKMANN et al., 2004; BLUM et al., 2007).

Brackmann et al. (2004) avaliaram o efeito da aplicação de adubos foliares contendo fosfito de potássio, sozinho e adicionando cloreto de cálcio (CaCl_2), e fosfito de cálcio mais boro sobre o controle de podridões em maçãs "Fuji" durante a frigoconservação. Frutos lesionados artificialmente foram imersos em uma suspensão contendo esporos de vários fungos (*Penicillium* spp., *Botrytis* spp. e *Rhizopus* spp.) causadores de podridão pós-colheita por 20 segundos. Após, foram aplicados os tratamentos e os frutos foram colocados em uma câmara de refrigeração a 0 °C por 14 dias. As avaliações foram feitas na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias a 20 °C. Verificou-se que os frutos tratados com fosfito de potássio + CaCl_2 foram tão eficientes quanto o fungicida padrão Iprodione tanto em relação à incidência de podridão quanto ao diâmetro médio das lesões (BRACKMANN et al., 2004).

Blum et al. (2007) relataram que maçãs 'Fuji' e 'Gala' imersas em água com fosfito Ca/B (1,50 ml/l), fosfito K (0,50-1,50 ml/l) ou benomil (150 ppm) foram menos afetadas pelo mofo-azul. A aplicação de fosfito K (1,50 ml / l) ou benomyl (Figura 1) nos frutos foi mais eficiente do que os demais tratamentos no controle do mofo-azul (*Penicillium expansum*).

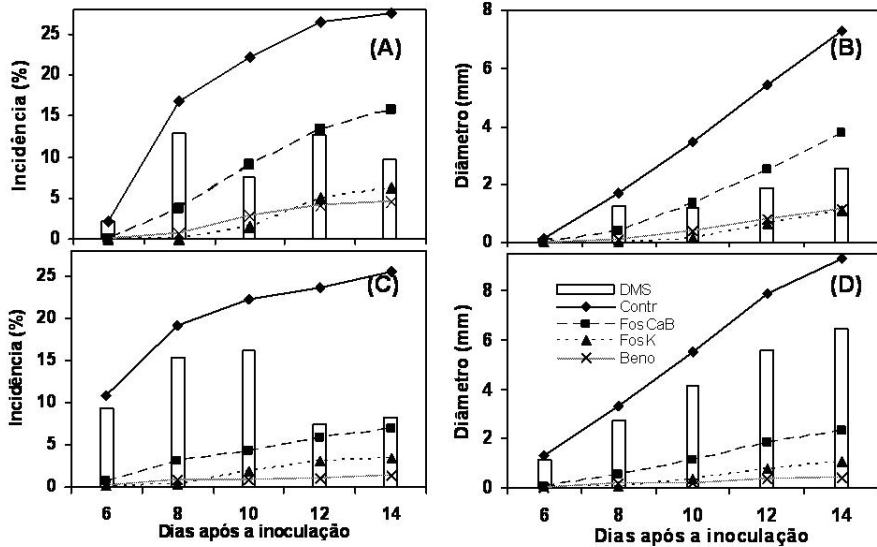


Figura 1. Valores médios de incidência (%) e diâmetro da lesão (mm) de mofo-azul, dos seis aos 14 dias após a inoculação de *Penicillium expansum*, em maçãs 'Fuji' (A e B) e 'Gala' (C e D) submetidas a diferentes tratamentos. Diferença minimamente significativa (DHS) entre tratamentos, calculada através do teste de Tukey ($P < 0,05$), é representada pela barra branca. Tratamentos: Contr = testemunha somente com o patógeno; FosCaB = Fosfito-CaB ($1,5 \text{ mL.L}^{-1}$); FosK = Fosfito-K ($1,5 \text{ mL.L}^{-1}$); e Beno = Benomyl (150 mg.L^{-1}). Lages, SC, 2001/2002.

Fonte: Blum et al., 2007.

Efeito dos fosfitos sobre o míldio-da-videira

Entre as doenças de maior importância para a viticultura, o míldio [*Plasmopara viticola* (Berk. & Curt) Berl. & de Toni] é o responsável pelos maiores danos (GARRIDO et al., 2004). Em videira, os fosfitos mostraram-se eficientes no controle de míldio, com resultados similares aos proporcionados pelo uso de fungicidas (SONEGO; GARRIDO, 2005).

Pereira et al. (2010) avaliaram a eficiência de fosfitos na proteção da videira (*Vitis vinifera*) contra o míldio, bem como determinaram a influência desses produtos na qualidade dos frutos da cultivar Merlot. Os fosfitos Pepfós, Reforce e Nutri Phite proporcionaram proteção contra o míldio-da-videira, com produtividade semelhante à do tratamento

com fungicidas tradicionais (Tabela 8). No entanto, o peso médio de cachos e de bagas foi menor que o do tratamento com fungicidas (Tabela 9).

Tabela 8. Efeito dos tratamentos na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) do míldio nas folhas e na incidência do míldio nos cachos de videira cv. Merlot, com os respectivos índices de controle, nas safras de 2007/2008 e 2008/2009⁽¹⁾.

Tratamento ⁽¹⁾	Folhas		Cachos	
	AACPS ⁽²⁾	Controle (%)	Incidência ⁽³⁾	Controle (%)
Safra 2007/2008				
Reforce (6 mL L ⁻¹)	550,0 a	82,4	18,3 b	79,8
Pepfós(6 mL L ⁻¹)	625,0 a	80,0	0,0 a	100,0
Reforce + Ácido salicílico (6 mL L ⁻¹)	800,0 b	74,4	7,9 a	91,2
Fungicidas	900,0 b	71,2	3,8 a	95,8
Fulland(5 mL L ⁻¹)	1.100,0 b	64,8	33,5 b	63,1
Agro-Mos (3 mL L ⁻¹)	2.137,0 c	31,6	64,0 c	28,8
Ácido salicílico (0,3 g L ⁻¹)	2.687,5 d	14,0	80,9 d	10,9
EFID	2.750,0 d	12,0	72,0 c	0,0
ECU	3.012,5 c	3,6	90,8 d	20,7
Testemunha	3.125,0 e	-	20,40	-
CV (%)	11,3			
Safra 2008/2009				
Pepfós(6 mL L ⁻¹)	1.112,5 a	66,7	0,0 a	100,0
Fungicidas	1.250,0 a	62,5	3,7 a	96,3
Reforce (4,5 mL L ⁻¹)	1.362,5 a	59,2	5,2 a	94,8
Reforce (6 mL L ⁻¹)	1.462,5 b	56,2	3,5 a	96,5
Nuiri Phite (6 mL L ⁻¹)	1.562,5 b	53,2	1,5 a	98,4
Nutri Phite (3 mL L ⁻¹)	1.550,0 b	53,6	4,0 a	96,0
Pepfós (3 mL L ⁻¹)	1.712,5 b	48,7	12,5 a	87,5
Bion (0,2 g L ⁻¹)	2.500,0 c	25,1	61,0 b	39,0
Bion (0,4 g L ⁻¹)	2.562,5 c	23,2	62,5 b	37,5
Testemunha	3.337,5 d	-	100,0 c	-
CV (%)	10,51		28,55	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ EFID: extratos de folhas de café infectadas com ferrugem; UCU: extrato de casca de uva.

⁽³⁾ Dados transformados para arc sem $x^{0,5}$

Tabela 9. Efeito dos tratamentos na produtividade, no número de cachos, no peso médio de cachos e no peso médio de bagas de videira cv. Merlot, na safra de 2008/2009⁽¹⁾.

Tratamento	Produtividade (kg parcela ⁻¹)	Nº de cachos por parcela	Peso médio de cachos (g)	Peso médio de bagas (g)
Pepfós (6 mL L ⁻¹)	1,3 b	12,2 b	89,5 a	1,95 a
Fungicidas	2,8 a	23,7 a	116,0 a	1,78 a
Reforce (4,5 mL L ⁻¹)	1,0 b	16,0 b	62,7 b	2,10 a
Reforce (6 mL L ⁻¹)	1,0 b	15,5 b	70,5 b	1,69 a
Nutri Phite (6 mL L ⁻¹)	2,2 a	26,7 a	78,7 b	1,75 a
Nutri Phite (3 mL L ⁻¹)	1,2 b	18,0 b	68,5 b	1,85 a
Pepfós (3 mL L ⁻¹)	0,8 b	12,0 b	65,5 b	1,93 a
Bion (0,2 g L ⁻¹)	0,6 b	18,7 b	31,2 c	1,33 b
Bion (0,4 g L ⁻¹)	0,6 b	17,1 b	38,7 c	1,53 b
Testemunha	0,2 b	15,5 b	12,5 c	1,59 b
CV < %)	49,24	35,63	29,67	10,04

⁽¹⁾ Médias separadas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Efeito dos Fosfitos sobre a Ferrugem-asiática-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

O controle da ferrugem-asiática-da-soja (*P. pachyrhizi*) tem elevado consideravelmente os custos de produção e reduzido a margem de lucros dos produtores, nas diversas áreas de cultivo de soja no Brasil. Assim sendo, o desenvolvimento de novas estratégias de controle da doença é de grande importância (JACCOUD FILHO; MONFERDINI, 2006).

Jaccoud Filho e Monferdini (2006) avaliaram a eficiência de Phytogard Zn e de Stimulate no controle da ferrugem-asiática-da-soja em experimentos de campo, quando comparados ao produto-padrão Ópera. Nas três avaliações realizadas, observou-se que todos os tratamentos apresentaram menores níveis de doença em relação à Testemunha, além de ganhos de produtividade e maior peso de grãos. (Tabelas 10 e 11).

Neves (2006) também realizou experimentos de campo para avaliar a eficiência de fosfitos, aplicados isoladamente ou em conjunto com fungicidas tradicionais, no controle da ferrugem-asiática. No primeiro perimento, a primeira aplicação foi no estágio V8 e a segunda aplicação em R2 e, no segundo, a primeira aplicação foi no estágio R1 e a segunda aplicação em R5.0. Verificou-se um incremento na produtividade em todos os tratamentos quando comparados à testemunha (Tabelas 12 e 13). No entanto, somente os tratamentos com fungicidas tradicionais reduziram significativamente a severidade da doença.

Tabela 10. Controle da ferrugem-asiática-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em relação a % de Área Foliar Infectada. Ponta Grossa, Paraná.

Tratamentos	Dose (L pc/ha)	Área abaixo da curva do progresso da doença*
Testemunha	-	844,75A
Stimulate	0,75 / R1	380,00B
Stimulate	0,75 / R5.1	329,00BC
Stimulate	0,75 + 0,75 / R1 e R5.1	193,75D
Phytogard Zn	2,0 / R1	286,25C
Phytogard Zn	2,0 / R5.1	318,75C
Phytogard Zn	2,0 + 2,0 / R1 e R5.1	229,25D
Opera	0,5 / R1	138,25E
CV (%)	-	6,7

*Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Jaccoud Filho e Monferdini, 2006.

Tabela 11. Controle de *Phakopsora pachyrhizi* em relação à produção de grãos de soja em Ponta Grossa, Paraná.

Tratamentos	Dose (L pc/ha)	Produção (Kg/ha)*	Peso 100 grãos (g)*
Testemunha	-	2.014,1B	11,75C
Stimulate	0,75 /R1	2.408,3A	14,25AB
Stimulate	0,75 / R5.1	2.375,3A	14,75AB
Stimulate	0,75 + 0,75 / R1 e R5.1	2.440,4A	13,50BC
Phytogard Zn	2,0 /R1	2.426,2A	15,00AB
Phytogard Zn	2,0 / R5.1	2.368,6A	15,00AB
Phytogard Zn	2,0 + 2,0/R1eR5.1	2.403,7A	15,75A
Opera	0,5 / R1	2.491,4A	15,00AB
CV (%)	-	5,2	6,2

*Tukey a 1% de probabilidade.

Fonte: Jaccoud Filho e Monferdini (2006).

Tabela 12. Severidade da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em percentagem de área foliar afetada (AFA) aos 35 dias após a primeira aplicação (35 d1) e 28 dias após a segunda aplicação (28 d2) de fungicidas e fosfito de potássio, produtividade (kg/ha) e incremento (I) de produtividade. Experimento com a cv. Emgopa-313 em Cristalina, GO (2005/06).

Tratamento	AFA 35 d1	AFA 28 d2	kg/ha	I (%)
Testemunha (sem aplicação de produtos)	15,2	87,4	1076	--
Tebuconazole + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	0,7	88,6	1181	8,9
Fosfito-K ⁽¹⁾ + Óleo vegetal ⁽²⁾ (OV)	5,1	86,2	1348	20,2
Fosfito-K ⁽¹⁾ + Óleo vegetal ⁽²⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	4,2	86,0	1377	21,8
Pyraclostrobin + epoxiconazole + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	0,7	88,3	1415	24,0
Tiofanato metílico + flutriafol + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	0,9	86,9	1484	27,5
Tebuconazole (2 aplicações)	1,1	20,5	2229	51,7
Pyraclostrobin + epoxiconazole (2 aplicações)	1,3	19,6	2327	53,8
Tiofanato metílico + flutriafol (2 aplicações)	1,3	19,4	2369	54,7
CV (%)	26,0	3,0	13,5	-

¹ Fosfito de potássio (40% P₂O₅ + 20% K₂O).

² Óleo vegetal adicionado a 0,5% v/v nos tratamentos com fosfito de potássio aplicado isolado.

Fonte: Neves, 2006.

Tabela 13. Severidade da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em porcentagem de área foliar afetada (AFA) aos 28 dias após a primeira aplicação (28 D1) e 28 dias após a segunda aplicação (28 D2) de fungicidas e fosfito de potássio, produtividade (kg/ha) e incremento (I) de produtividade. Experimento com a cv. Coodetec-219RR em Cristalina, GO (ano agrícola 2005/06).

Tratamento	AFA 35 d1	AFA 28 d2	kg/ha	I (%)
Testemunha (sem aplicação de produtos)	6,7	87,7	2.304	--
Fosfito-K ⁽¹⁾ + Óleo vegetal ⁽²⁾ (OV)	4,4	84,4	2.321	0,7
Fosfito-K ⁽¹⁾ + Óleo vegetal ⁽²⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	4,9	82,7	2.388	3,5
Pyraclostrobin + epoxiconazole + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	1,4	82,2	2.502	7,9
Tiofanato metílico + flutriafol + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	1,6	82,5	2.578	10,6
Tebuconazole + Fosfito-K ⁽¹⁾ / Fosfito-K ⁽¹⁾ + OV ⁽²⁾	1,9	82,4	2.636	8,7
Pyraclostrobin + epoxiconazole (2 aplicações)	1,7	22,9	3.377	31,8
Tiofanato metílico + flutriafol (2 aplicações)	2,0	24,0	3.456	33,3
Tebuconazole (2 aplicações)	2,0	24,5	3.586	35,7
CV (%)	24,2	2,6	8,2	-

¹ Fosfito de potássio (40% P₂O₅ + 20% K₂O).

² Óleo vegetal adicionado a 0,5% v/v nos tratamentos com fosfito de potássio aplicado isolado.

Fonte: Neves, 2006.

Considerações Finais

O uso de fosfitos para o manejo de doenças em fruteiras e em soja vem apresentando resultados significativamente positivos. Em vista disso, é necessário ampliar a gama de estudos sobre a eficiência e os mecanismos de ação dos fosfitos, principalmente em relação a patógenos fora do grupo dos oomicetos, para assim difundir-se com propriedade o uso dessa importante ferramenta.

Referências

ALI, M. K.; LEPOIVRE, P.; SEMAL, J. Scoparone eliciting activity released by phosphonic acid treatment of *Phytophthora citrophthora* mycelia mimics the incompatible response of phosphonic acid-treated Citrus leaves inoculated with this fungus. **Plant Science** v. 93, p. 55-61, 1993.

ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 2, p. 148-152, 2008.

BLUM, L. E. B. Fosfitos e fungicidas podem incrementar seu lucro. **Campo e Negócios**, v. 64, p. 12-18, 2008.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; DEZANET, A.; LIMA, E. B.; HACK NETO, P.; ÁVILA, R. D. ; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs Fuji e Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 265-268, 2007.

BLUM, L. E. B.; GUIMARÃES, L. S.; PEREIRA, I. M.; GILIOLI, J. L.; SANTOS, P. S. Redução da ferrugem asiática da soja por aplicações de fosfito e fungicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 39, 2006, Salvador. **Fitopatologia Brasileira** (suplemento), v. 31. p. 377, 2006.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs "Fuji" durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p.1039-1042, 2004.

DANIEL, R.; GUEST, D. Defense responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora* - challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 67, n. 3-5, p. 194-201, 2005.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L F. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão-do-pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2309-2314. 2009.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L F.; SENA, M. C.; FREITAS, L F. Avaliação do efeito de fosfitos na redução da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 834-837, 2008.

EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, SC: Epagri, 2002.

GARRIDO, L. DA R.; SÔNEGO, O. R.; GOMES, V. N. Fungos associados com o declínio e morte de videiras no Estado do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 322-324, 2004.

HAMADA, N. A. **Caracterização morfológica, patogênica e molecular de isolados de *Colletotrichum* spp. em macieira**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, SC.

JACCOUD FILHO, D. S.; MONFERDINI, M. A. **Avaliação da eficiência de Stimulate e Phytogard Zn como indutores de resistência de plantas a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. Disponível em: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=14018&id2=14019&publi=&idSec=11>. Acesso em: 12 de ago. 2008.

KO, W. H. *Phytophthora* fruit rot and root rot. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D (Ed.). **Compendium of Tropical Fruit Diseases**. p. 61-62, 1994.

LIBERATO, J. R.; VANETTI, C.; RODRIGUES, C. H.; DIAS V. P. Ocorrência de podridão de *Phytophthora* em mamoeiro (*Carica papaya* L.) no estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18 (suplemento), p. 324, 1993.

MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A.; GROVE, G. G.; REYNOLDS, K. M.; WILSON, L. L. Epidemiology and control of leather rot of strawberries. **Plant Disease**, v. 75, p. 439-446, 1991.

NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na soja (*Glycine max*)**. 2006. 62 f. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, DF.

NOBRE, S. D. N. **Reação de genótipos e efeito de produtos químicos no controle do oídio (*Erysiphe diffusa*) da soja**. 2005. 84 f. Universidade de Brasília. Departamento de Fitopatologia. Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado em Fitopatologia. 2005.

NOJOSA, GUTEMBERG, B. de A. Uso de silicatos e fosfitos na indução de resistência. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 1, 2002, São Pedro, SP. **Anais...** São Paulo: USP, p. 24-26, 2002.

PEREIRA, V. F.; RESENDE, M. L. V.; MONTEIRO, A. C. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; REGINA, M. A.; MEDEIROS, F. C. L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p.25-31, 2010.

REBOLLAR-ALVITER, A.; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. Pre- and post-infection activity of azoxystrobin, pyraclostrobin, mefenoxam, and phosphite against leather rot of strawberry, caused by *Phytophthora cactorum*. **Plant Disease**, v. 91, n. 5, p. 559-564, 2007.

REBOLLAR-ALVITER, A.; MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A.. Efficacy of azoxystrobin, pyraclostrobin, potassium phosphite and mefenoxam for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. Online. **Plant Health Progress**, doi:10.1094/PHP-2005-0107-01-RS, 2005.

REZENDE, J. A. M.; FANCELLI, M. I. 1997. Doenças do mamoeiro (Carica papaya). In: KIMATI, H., AMORIM, L., FILHO, A. B., CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, p.486-496, 1997.

RIBEIRO JR., P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; AMARAL, D. R.; PÁDUAS, M. A. fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 4, p. 629-636, 2006.

ROSE, D. H. Leather rot of strawberries. **Journal of Agricultural Research**, v. 28, p. 357-376, 1924.

SILVA, G. S.; URBEN, A. F.; DOIHARA, I. P. Ocorrência de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro no Estado do Maranhão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24 (suplemento), p. 329, 1999.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R. **Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e de fosfonato de potássio no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 13 p. (Circular Técnica 60).

VARADAJAN, D. K.; KARTHIKEYAN, A. S.; MATÍLDA, P. D.; RAGHOTHAMA, K. G. Phosphite, an analog of phosphate, suppresses the coordinated expression of genes under phosphate starvation. **Plant Physiology**, v. 129, p. 1232-1240, 2002.

VENTURA, J., A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Manejo das doenças do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, p. 229-308, 2003.

Using Phosphites for Better Management of Fungal Diseases in Fruit and Soybean Crops

Abstract

The utilization of phosphorus-based fertilizers in many different types of crops is becoming a common practice nowadays. Furthermore, there are several reports about phosphites being used as antifungal agents, inhibiting mycelial growth or acting as elicitors of induced systemic resistance in plants. In this revision a series of reports about the usage of phosphites on different fruit crops and on soybean is presented, showing the great potencial of this important tool for plant disease management.

Index terms: Phytophthora, rust, leather rot, Asperisporium, Plasmopara viticola.

Embrapa

Cerrados

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

