

USO DOS FOSFITOS E COMPOSTOS NATURAIS NO CONTROLE DAS DOENÇAS DA MACIEIRA

José Itamar Boneti^{1/}
Yoshinori Katsurayama^{1/}

Fonte:

BONETI, J.IS.; KATSURAYAMA, Y. Uso dos fosfitos e compostos naturais no controle das doenças da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12., 2011, Fraiburgo, SC, Anais...Caçador: Epagri, vol I (Resumos), 2011. p:54-66.

1. Introdução

O clima no sul do Brasil, mais precisamente nas regiões produtoras de maçã, se caracteriza pelas primaveras amenas e verões quentes e chuvosos favorecendo a ocorrência de várias doenças fúngicas tais como a sarna (*Venturia inaequalis*), oídio (*Podosphaera leucotricha*), mancha da gala (*Colletotrichum* spp.), mancha foliar de marssonina (*Diplocarpon mali*), podridão amarga (*Colletotrichum* spp.), podridão branca (*Botryosphaeria dothidea*), podridão olho-de-boi (*Cryptosporiopsis perennans*), fuligem (*Gloeodes pomigena*), sujeira de mosca (*Schizothyrium pomi*), podridão do colo (*Phytophthora* spp.) e roseliniose (*Rosellinia necatrix*) (Boneti et al., 1999).

Por serem as macieiras comercialmente plantadas no Brasil muito suscetíveis à maioria das doenças mencionadas anteriormente, o controle é efetuado por meio da aplicação de fungicidas. Entretanto, como há forte demanda pelas frutas sadias e sem resíduos de agrotóxicos, estão sendo testados compostos naturais de ação direta sobre os fungos e/ou indireta visando à indução de resistência nas plantas, mais especificamente os fosfitos e compostos naturais oriundos de plantas, algas marinhas, ácidos orgânicos, sais, aminoácidos e produtos com base em microorganismos.

Neste artigo, serão abordados os resultados de pesquisa obtidos com estes compostos nos últimos anos visando o controle das doenças da macieira.

2. Fosfitos

Na década de setenta, foram introduzidos vários fungicidas sistêmicos para o controle de oomicetos (*Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pythium*, *Peronospora* etc.) em várias culturas. Fosetyl-Al, pertencente ao grupo químico Etil-Fosfanatos, foi um dos que foram mais estudados. Segundo Cohen & Coffey (1986), este produto é degradado rapidamente nos tecidos da planta até formar o ácido fosforoso (H_3PO_3) e CO_2 , sendo o etanol um produto intermediário neste processo. Enquanto que Fosetyl-Al apresenta baixa atividade in vitro, o seu metabólito, ácido fosforoso, é muito ativo na inibição de várias espécies de *Phytophthora* e *Pythium* (Coffey & Bower, 1984; Fenn & Colley, 1984; Fenn & Coffey, 1984). O ácido fosforoso (H_3PO_3) é um composto cristalino, higroscópico, extremamente solúvel em água e muito fitotóxico. Entretanto, quando neutralizado por uma base (hidróxido de potássio, hidróxido de sódio ou hidróxido de amônio) resulta num sal denominado de fosfito (ex: KH_2PO_3 e K_2HPO_3). Estes compostos, oriundos do ácido fosforoso, não são fitotóxicos e apresentam alta atividade fungicida na planta (Cohen & Coffey, 1986). Atualmente, várias formulações de fosfitos contendo macro e micronutrientes (K, Zn, Mn, Ca e B) estão sendo comercializadas no Brasil para uso em diversas culturas. O fosfito de potássio, produto introduzido em 1977, por apresentar alta eficiência no controle de míldios e diversas doenças causadas por *Phytophthora* spp., tem sido muito estudado e desenvolvido para uso em muitas culturas na Austrália (Wicks et al., 1990).

Vários trabalhos demonstram que o fosfito atua diretamente sobre o fungo (Coffey & Bower, 1984; Fenn & Colley, 1984; Fenn & Coffey, 1985; Rohrbach & Schenck, 1985; Wilkinson et al., 2001b). Segundo McDonald et al. (2001) o fosfito perturba o metabolismo do fósforo em *Phytophthora* causando grande acúmulo de polifosfato e pirifosfato. Assim, o efeito tóxico deste produto está ligado a sua capacidade de aumentar o pirifosfato e inibir indiretamente a reação de pirifosforilase que é essencial para o metabolismo do fungo. Inibem também a atividade de uma série

^{1/}Eng. agr., M.Sc. Fitopatologia, Epagri- Estação Experimental de São Joaquim, Rua João Araújo Lima, 102, Bairro Jardim Caiçara, C.P. 81, 88600-000 – São Joaquim, SC, Fone/Fax: (49) 3233 0324, e-mail: boneti@epagri.sc.gov.br

de enzimas da rota glicolítica e da via oxidativa pentose fosfato. Por outro lado, os fosfitos podem atuar indiretamente por meio da ativação dos mecanismos de defesa da planta (Guest, 1986; Saindrenant et al., 1988, 1990; Guest et al., 1989; Dunstan et al., 1990; Nemestothy & Guest, 1990; Jackson et al., 2000). Neste caso, a aplicação do fosfito estimula a produção de respostas bioquímicas nos tecidos das plantas contra os patógenos produzindo substâncias como as fitoalexinas. As fitoalexinas são produzidas pelas plantas resistentes ou quando essas são infectadas por algum patógeno (Afek & Szejnberg, 1986; Afek & Szejnberg, 1989; Hrazdina, et al., 1997; Afek & Szejnberg, 1988; Saindrenant et al., 1988; Nemestothy & Guest, 1990; Saindrenan et al., 1990). Segundo Saindrenant et al. (1988), a aplicação isolada de fosfito numa planta sadia não incita a produção de fitoalexinas. Estes compostos são produzidos somente quando as plantas tratadas com fosfito são infectadas por algum patógeno. Por outro lado, alguns trabalhos (Smille et al., 1989; Dunstan et al., 1990; Jackson et al., 2000) têm demonstrado que o fosfito pode atuar tanto diretamente sobre os patógenos, quanto indiretamente e que a ação depende da concentração e da sua interação com o patógeno e o hospedeiro. Jackson et al., 2000, mencionam que quando a concentração do fosfito dentro dos tecidos da planta é baixa, este interage com o patógeno no ponto de penetração estimulando o mecanismo enzimático de defesa da planta. Por outro lado, se a concentração for alta, o fosfito atua diretamente sobre o patógeno inibindo o seu crescimento antes que este seja capaz de estabelecer uma associação com o hospedeiro. Neste caso, o mecanismo de defesa da planta permanece inalterado.

Os fosfitos são rapidamente absorvidos pelas plantas, quer pelas raízes, folhas ou tronco. Apresentam ação sistêmica, sendo translocados pelo xilema e pelo floema. (Guest & Grant, 1991). Dependendo da cultura, a translocação das folhas para as raízes pode ocorrer num prazo de até 24 horas (Rohrbach & Schenck, 1985) e permanecer ativo por até 160 dias, já que não são metabolizados pelas plantas (McDonald e al., 2001) conforme observado em citrus (Matheron & Matjka, 1988).

Os fosfitos apresentam uma diversidade muito grande quanto ao modo de ação direto sobre as várias fases do ciclo de vida dos patógenos (Wilkinson et al., 2001a). Segundo Coffey & Bower (1984) e Wilkinson et al. (2001b), as espécies de *Phytophthora* apresentam grande variabilidade quanto à sensibilidade a estes produtos. Os fosfitos podem atuar reduzindo fortemente o crescimento micelial, a formação de esporângios e a liberação de zoósporos. Já a germinação de zoósporos não é muito afetada (Coffey & Joseph, 1985; Cohen & Coffey, 1986). Por outro lado, é muito pouco conhecido o efeito dos fosfitos sobre as várias fases do ciclo de vida de outros patógenos. Araújo et al., 2008 e 2010, verificaram o efeito direto dos fosfitos de potássio reduzindo o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causador da mancha da gala. Boneti & Katsurayama (não publicado) também observaram o efeito direto do fosfito de potássio inibindo a germinação de conídios de *Venturia inaequalis* e *Colletotrichum gloeosporioides* em meio de cultura. O fosfito de potássio também atua diretamente sobre *Penicillium expansum*, agente causador do mofo azul (Blum et al., 2007), *Botrytis* spp e *Rhizopus* spp, (Brackmann et al., 2004) causadores de podridões de frutos da macieira.

Apesar de muito estudados quanto à ação fungicida, os fosfitos têm sido mais utilizados para o controle de míldios e doenças causadas por *Phytophthora* em várias culturas como citrus, abacate, abacaxi, videira, essências florestais, pastagens e hortaliças. São poucos os trabalhos relacionados com o controle das doenças na cultura da macieira. Na Nova Zelândia, Geelen (1999) relata a boa eficiência do fosfito no controle da sarna e oídio da macieira, em condições de baixa pressão de doença. Este autor menciona ainda que os melhores resultados foram obtidos com a mistura de fosfito com o fungicida metiram. Reuveni et al., 2003 também relatam o efeito do fosfito de potássio no controle da podridão carpelar da macieira (*Alternaria* spp). No Brasil, alguns trabalhos têm evidenciado o potencial do fosfito para o controle das doenças da macieira (Katsurayama & Boneti, 1999; Valdebenito-Sanhueza, 1999; Katsurayama et al., 2001; Boneti & Katsurayama, 2002a, 2002b e 2005; Brackmann et al., 2004; Blum et al., 2007; Araújo et al., 2008 e 2010) e da videira (Wicks et al., 1991; Sônego et al., 2003; Copelli, 2005), cujos resultados serão apresentados e discutidos no presente trabalho.

2.1. Eficiência dos fosfitos no controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis*).

A sarna é a principal doença de primavera da macieira no sul do Brasil, principalmente nas regiões de maior altitude, onde as condições climáticas são muito favoráveis para a sua ocorrência (Boneti et al., 1999). Atualmente, o controle químico é a principal medida de controle uma vez que as cultivares comerciais plantadas no Brasil, Gala e Fuji, são muito suscetíveis a esta doença. O controle atual é baseado no uso de fungicidas protetores aplicados um a dois dias antes de um período chuvoso (Boneti & Katsurayama, 2010) haja vista que os fungicidas IBEs de ação curativa, o Dodine e mais recentemente as Estrobilurinas apresentam falha de controle devido à ocorrência de resistência de *V. inaequalis* a estes compostos.

Vários ensaios de campo foram realizados no período de 2001 a 2010 visando o controle da sarna com o uso dos fosfitos e compostos naturais, cujos resultados serão apresentados a seguir. Os resultados anteriores a este período já foram apresentados e discutidos em outros eventos (Boneti & Katsurayama, 2002a, 2002b e 2005).

Embora a literatura mencione o efeito indutor de resistência dos fosfitos em uma série de patossistemas, resultados parciais obtidos até o presente momento (Di Pierro, R.M, comunicado pessoal) indicam que a aplicação de fosfito de potássio não aumenta significativamente os teores de gluconases, peroxidases, fenóis e flavonoides (compostos elicitados na planta pela infecção de um patógeno e/ou aplicação de algum composto natural) produzidos pelas plantas em resposta a aplicação de, na macieira tanto na presença quanto na ausência de infecção de *V. inaequalis*. Portanto, embora estes estudos estejam ainda no início, trabalha-se com as evidências da ação fungicida e/ou fungistática dos fosfitos sobre o desenvolvimento do fungo causador da sarna da macieira. O ensaio in vitro evidenciou o efeito fungitóxico moderado ($DE_{50}=1,18 \mu\text{g/mL}$) do fosfito de potássio, de acordo com a escala de Edgington & Klew (1971) (Figura 1).

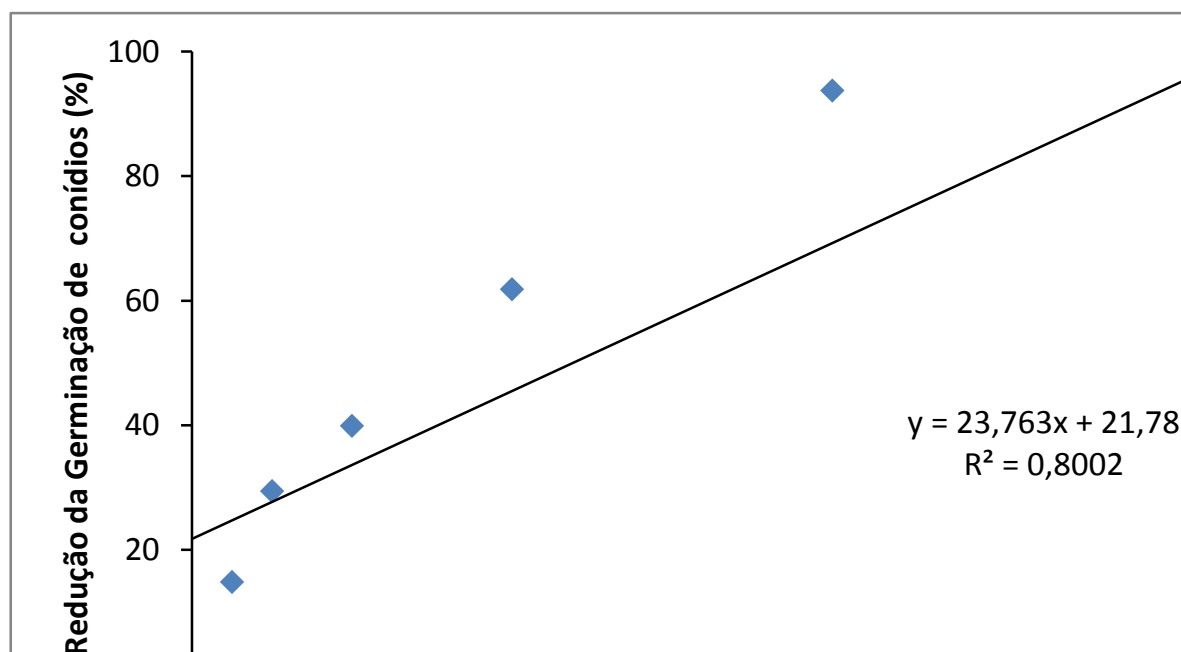


Figura 1. Efeito da concentração do fosfito na germinação de conídios de *Venturia inaequalis*. $DE_{50}=1,18\mu\text{g/mL}$.

Após várias aplicações de fosfito no campo observa-se que as lesões de sarna apresentam aspecto de erradicadas. Em ensaio realizado em casa de vegetação verificou-se que o fosfito de

potássio apresenta efeito supressor da esporulação que aumenta com a dose aplicada (Tabela 1). De qualquer modo, não se recomenda aplicar este produto em dose maior que 200 mL/100L pois aumentam as chances de causar fitotoxicidade.

A avaliação de diferentes doses do fosfito de potássio (00-30-20 e 00-40-20) em ensaios de campo evidenciam que os mesmos tem efeito nas doses de 100 mL, 150 mL, 200 mL e 300 mL/100 L. Entretanto, a dose que apresenta melhor custo : benefício é 200 mL/100 L, conforme resultado obtido em 2003 (Tabela 2). Os fosfitos apresentam boa eficiência no controle da sarna nas folhas da macieira ao contrário do que se observa nos frutos. A eficiência aumenta quando se mistura os mesmos aos fungicidas de contato (Tabela 3). Estes produtos quando aplicados isoladamente não aumentam a severidade de russetting. Portanto, para maior segurança, deve-se escolher fungicidas protetores que não causam russetting para as aplicações em mistura. Recomenda-se que as misturas sejam efetuadas com apenas um fungicida haja vista que as mesmas tem se mostrado bastante eficientes no controle da sarna nas folhas e nos frutos, conforme resultado apresentado na Tabela 4.

Tabela 1. Efeito do fosfito de potássio sobre a esporulação de *V. inaequalis* em condições de casa de vegetação. São Joaquim-SC. 2007.

Tratamento ^{1/}	Dose (p.c./100 L)	Nº de conídios/mL ^{2/}	Redução na produção de conídio (%)
Testemunha	-	731.250 a ^{3/}	-
Fosfito de potássio	100 mL	606.250 a	17,0
Fosfito de potássio	200 mL	275.000 bc	62,3
Fosfito de potássio	300 mL	318.750 b	56,4
Fosfito de potássio	400 mL	131.250 c	82,0
Kresoxim-metilico	20 mL	262.500 bc	64,1
Trifloxistrobin	15 g	137.500 bc	81,1
Clorotalonil	150 g	31.250 d	95,7

^{1/} Aplicação única sobre folhas de macieira com lesão esporulada de sarna.

^{2/} Número de conídios/mL coletados em 8 discos de folha com 1 cm de diâmetro.

^{3/} Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si. Duncan (P<0,05).

Tabela 2. Eficiência do Fitofos K Plus, aplicado em diferentes doses, no controle da sarna da macieira, cv. Fuji. São Joaquim-SC. 2003.

Tratamento	Dose p.c./100 L	Incidência de sarna (%)		Russetting (%)
		Folhas	Frutos	
Testemunha	-	70,5 a ^{1/}	90,0 a	1,5 a
Fitofos K Plus+Captan PM	100 mL+160 g	2,5 b	15,0 b	1,4 a
Fitofos K Plus+Captan PM	150 mL+160 g	0,8 b	15,8 b	1,4 a
Fitofos K Plus+Captan PM	200 mL+160 g	0,5 b	11,6 b	1,4 a
Fitofos K Plus+Captan PM ^{2/}	200 mL e 100 mL+160 g	1,8 b	8,3 b	1,4 a
Score+Captan PM	14 mL+160 g	0,5 b	5,0 b	1,2 a

^{1/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

^{2/} As duas primeiras pulverizações (4/10 e 11/10) do Fitofos K Plus foram realizadas na dose de 200 mL/100 L e as demais (18/10, 25/10, 2/11, 8/11, 15/11 e 22/11/2003) na dose de 100 mL/100 L.

Tabela 3. Eficiência de diferentes formulações de fosfito no controle da sarna nas folhas e nos frutos da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Incidência de sarna (%)		Russetting (%)
		Folhas	Frutos	
Testemunha	-	95,0 a ^{2/}	100,0 a	1,0 a
Phós-K 00-30-20	200 mL	13,7 b	44,1 bc	0,8 a
Phós-K 00-30-20+Dithane N T	200 mL+200 g	0,7 c	9,1 d	1,0 a
Phós-K 00-28-26	200 mL	17,5 b	54,9 b	1,0 a
Phós-K 00-40-20	200 mL	14,7 b	34,9 bc	1,0 a
Fitofos K Plus	200 mL	15,0 b	22,4 c	0,8 a

^{1/} Os fosfitos foram aplicados em 6/9, 11/9, 18/9, 25/9, 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 4. Eficiência do fosfito aplicado em mistura com fungicidas no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2008.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Incidência de sarna (%)		Russetting (%)
		Folhas	Frutos	
Testemunha	-	92,7 a ^{2/}	100,0 a	1,0 a
Fitofos K Plus+Unix	200 mL+20 g	3,2 d	8,2 cd	1,6 a
Captan SC+Unix	250 mL+20 g	0,5 d	4,9 d	1,2 a
Fitofos K Plus+Nativo	200 mL+60 mL	2,7 d	4,4 d	1,0 a
Captan SC+Nativo	250 mL+60 mL	0,5 d	2,5 d	0,8 a
Fitofos K Plus+Flint	200 mL+15 g	1,3 d	5,9 cd	1,0 a
Captan SC+Flint	250 mL+15 g	1,2 d	8,3 cd	1,2 a
Fitamin CAB+Score	200 mL+14 mL	11,7 c	18,1 c	0,8 a
Score	14 mL	39,2 b	41,2 b	1,0 a

^{1/} Os fosfitos foram aplicados em 13/9, 20/9, 27/9, 3/10, 10/10, 18/10, 25/10 e 31/10/2008.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 5. Efeito da aplicação de fosfito de potássio no fruit set da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2007.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Nº de frutos/ cachos florais
Testemunha	-	2,6 a ^{2/}
Fosfito de potássio 00-40-20	200 mL	3,1 b
Fosfito de potássio+Orthocide 500 PM	200 mL+240 g	3,2 b
Fosfito de potássio+Score	200 mL+14 mL	3,1 b
Orthocide 500 PM	240 g	3,5 ab

^{1/} O fosfito de potássio foi aplicado em 13/9 (D₂); 20/9 (F-F₂), 26/9 (F₂-G); 4/10 (G-H); 10/10 (I), 17/10 (J); 25/10/2007.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

As aplicações sequenciais de fosfitos causam clorose nos bordos das folhas apicais dos ramos terminais. Estes sintomas começam a se manifestar após a quarta ou quinta aplicação e vão desaparecendo tão logo se encerrem as pulverizações. A causa de tal sintoma não é conhecida, e aparentemente não tem causado danos às plantas. Em ensaio realizado no campo observou-se que a aplicação deste produto durante a floração da macieira não afeta o fruit set (Tabela 5).

De acordo com os resultados obtidos até o presente momento, considerando a perda de eficiência dos fungicidas IBEs, Dodine e, mais recentemente, das Estrobilurinas, deve-se otimizar o controle da sarna com uso dos fungicidas protetores. Assim, o uso dos fosfitos durante o ciclo primário

da sarna surge como importante alternativa haja vista que os mesmos melhoram a eficiência do tratamento.

2.2. Eficiência dos fosfitos no controle das doenças de verão da macieira.

No sul do Brasil, devido aos verões quentes e chuvosos, é muito comum a ocorrência de doenças que se desenvolvem em condições de temperaturas mais altas. Assim a mancha da gala (*Colletotrichum* spp.), mancha de Marssonina (*Diplocarpon mali*), podridão amarga (*Colletotrichum* spp.), podridão branca (*Botryosphaeria dothidea*), fuligem (*Gloeodes pomigena*), sujeira de mosca (*Schyzothyrium pomi*), podridão olho-de-boi (*Cryptosporiopsis perennans*), podridão carpelar (*Fusarium* spp., *Alternaria* spp. etc.) são doenças que podem comprometer a produção, caso não sejam tomadas medidas de controle adequadas. Como o controle é efetuado com aplicações de fungicidas e várias destas doenças podem se manifestar também durante e após a colheita, é necessário que se tenha opções de produtos de baixo período residual, para serem utilizados na fase de pré-colheita.

Resultados recentes evidenciam que o fosfito de potássio (00-40-20) apresenta ação direta sobre o fungo causador da mancha da gala (*Colletotrichum gloeosporioides*) e que aplicações curativas de 24 e 48 horas reduzem significativamente a doença em condições de casa de vegetação (Araújo et al., 2008 e 2010). Entretanto, estudos de campo tem evidenciado que estes produtos apresentam eficiência mediana no controle desta doença (Katsurayama & Boneti, 1999). Os fungicidas Ditiocarbamatos e as Estrobilurinas ainda são considerados padrão no controle desta doença. Por outro lado, os fosfitos são muito eficientes no controle da fuligem e sujeira de mosca (Katsurayama & Boneti, 1999).

Estudo realizado nos Estados Unidos (Reuveni et al., 2003) menciona que o fosfito de potássio aplicado no início de floração, plena floração e queda de pétalas reduziu em 60% a incidência de frutos com podridão carpelar (*Alternaria* spp). Brackmann et al., 2004 e Blum et al., 2007 também relatam o efeito dos fosfitos de potássio no controle de podridões de pós-colheita em macieira (*Penicillium expansum*, *Botrytis* spp e *Rhizopus* spp). Entretanto, cabe a ressalva de que estes produtos não estão registrados para uso em pós-colheita e que mesmo aplicado no campo, seria interessante que fossem efetuados estudos de resíduos haja vista que os mesmos permanecem ativos nas plantas por longos períodos.

3. Eficiência de outros compostos no controle das doenças da macieira.

Além dos fosfitos, os produtos naturais oriundos de plantas, sais, compostos indutores de resistência e à base de fungos, bactérias e algas marinhas vêm sendo cada vez mais estudados visando o controle das doenças das plantas. Segundo Pascholati (2002) é bastante provável que a resistência induzida contra doenças através de ativadores químicos ou outros meios se torne num componente importante para os programas de manejo integrado de doenças das plantas. Produtos naturais oriundos de plantas, compostos fenólicos (flavonoides e isoflavonóides), aminoácidos, compostos naturais oriundos de algas, etc. têm evidenciado potencial para uso no manejo das doenças de plantas (Carvalho et al., 2001; Dixon, 2001; Dixon & Summer, 2003; Machado et al., 2008; D'Agostine & Morandi, 2009; Boneti et al., 2010; Montealegre et al., 2010). Além disso, produtos metabólicos de microorganismos como os baseados em *Bacillus* também vêm sendo estudados visando o controle das doenças das plantas (Cia, 2002). Resultados preliminares realizados com aminoácidos e produtos a base de *Bacillus* mostraram que estes produtos apresentam ação microbiana e quando utilizados em associação com fungicidas podem melhorar significativamente o controle da sarna da macieira. Resultados obtidos com estes produtos, principalmente visando o controle da sarna da macieira, serão apresentados e discutidos no presente trabalho. Os resultados preliminares com estes produtos já foram publicados anteriormente (Boneti & Katsurayama, 2010; Boneti et al., 2010).

Nos dois últimos ciclos foi testada uma série de produtos comerciais com base em aminoácidos, produtos oriundos de algas marinhas e com base em *Bacillus subtilis* que apresentam

potencial para uso em mistura com fungicidas visando o controle das doenças da macieira conforme apresentados nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6. Eficiência de aminoácidos, aplicados isoladamente e em mistura com o fungicida Score e fosfito, no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)	IC (%)
Testemunha	-	96,7 a ^{2/}	-
Fitamin CAB Plus	100 mL	69,0 a	28,6
Terra Sorb	100 mL	68,7 a	28,9
Fitofos K Plus	200 mL	10,7 c	88,9
Score	14 mL	33,7 b	65,1
Fitamin CAB Plus+Score	100 mL+14 mL	9,2 c	90,4
Terra-Sorb+Score	100 mL+14 mL	17,2 c	82,2
Fitamin CAB Plus+Fitofos K Plus	100 mL+200 mL	14,2 c	85,3
Terra-Sorb+Fitofos K Plus	100 mL+200 mL	10,2 c	89,4

^{1/} Os produtos foram aplicados em 6/9, 11/9, 18/9, 25/9, 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 7. Eficiência de aminoácidos e produto a base de algas marinhas, aplicados isoladamente e em mistura com fungicidas, no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)	IC (%)
Testemunha	-	98,2 a ^{2/}	-
Aminos Active	100 mL	69,5 b	29,2
Score	14 mL	61,0 b	37,8
Orthocide	240 g	16,0 cd	83,7
Aminon Active+Score	100 mL+14 mL	20,0 c	79,6
Aminon Active+Orthocide 500	100 mL+240 g	8,7 de	91,4
Aminon+Acadian+Score	70 mL+30 mL+14 mL	14,5 cde	85,2
Aminon+Acadian+Orthocide 500	70 mL+30 mL+240 g	7,7 e	92,1

^{1/} Os produtos foram aplicados em 6/9, 11/9, 18/9, 25/9, 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 8. Eficiência de aminoácido, aplicado isoladamente e em mistura com o fungicida Score, no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)	IC (%)
Testemunha	-	100,0 a ^{2/}	-
Naturamin-WSP	25 g	63,7 bc	36,3
Naturamin-WSP	50 g	79,5 ab	20,5
Score	14 mL	52,5 c	47,5
Naturamin-WSP+Score	25 g+14 mL	21,7 d	78,3
Naturamin-WSP+Score	50 g+14 mL	20,0 d	80,0
Dithane NT	200 g	4,7 e	95,3

^{1/} Os produtos foram aplicados em 6/9, 11/9, 18/9, 25/9, 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 9. Eficiência de aminoácidos, aplicados isoladamente e em mistura com o fungicida Score, no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna (%)		Russetting (%)	Nº de frutos/cacho floral
		Folhas	Frutos		
Testemunha	-	94,7 a ^{2/}	100,0 a	0,8 a	0,5 d
Score	14 mL	29,0 bc	78,3 ab	0,9 a	2,1 ab
Fitamin CAB	100 mL	44,5 b	83,3 ab	0,8 a	1,0 cd
Crop Full	100 mL	39,7 b	77,5 ab	1,0 a	0,9 d
Indu Max	100mL	29,5 bc	46,6 cd	0,8 a	1,7 b
Aminon Active	100 mL	24,5 cd	71,6 abc	1,0 a	1,5 bc
Fitamin+Score	100 mL+14 mL	14,5 de	64,3 abc	1,0 a	2,1 ab
Crop Full+Score	100 ml+14 mL	33,0 bc	57,4 bc	1,0 a	1,9 ab
Indu Max+Score	100 mL+14 mL	4,7 f	29,9 d	1,0 a	2,5 a
Aminon+Score	100 mL+14 mL	13,2 e	31,6 d	1,0 a	1,9 ab

^{1/} Os produtos foram aplicados em 10/9, 16/09, 23/09, 30/9, 6/10, 13/10, 20/10, 27/10, 3/11 e 10/11/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

De acordo com estes estudos, verifica-se que os aminoácidos aplicados isoladamente apresentam um índice de controle da sarna que gira ao redor de 30%. Entretanto, quando os mesmos são misturados ao fungicida curativo Score o índice de controle da sarna chega a 80% ou mais. Efeito similar é observado quando se misturam estes produtos com fungicidas protetores. Resultados obtidos em casa de vegetação evidenciam que a melhora das misturas pode estar ligado ao efeito aditivo dos aminoácidos ou por meio da indução de resistência da macieira na presença de *V. inaequalis*. O aminoácido melhorou significativamente a eficiência do Score quando foram aplicados 3, 5 e 7 dias antes da inoculação (Tabela 10). O mesmo não se observou na avaliação do efeito curativo (Tabela 11). É provável que a aplicação destes produtos de início a reação de resistência uma vez que o efeito curativo não foi observado (Tabela 11).

Tabela 10. Efeito protetor de aminoácidos, aplicado isoladamente e em mistura com o fungicida Score, 3, 5 e 7 dias antes da inoculação, no controle da sarna da macieira em casa de vegetação. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)		
		3 dias	5 dias	7 dias
Testemunha	-	43,2 a ^{2/}	43,5 a	43,2 a
Score	14 mL	40,8 a	39,0 a	44,1 a
Fitamin CAB	100 mL	43,2 a	41,6 a	38,3 ab
Fitamin CAB+Score	14 mL+100 mL	26,6 b	14,9 b	21,6 b

^{1/} concentração de conídios: 250.000/mL

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan (P<0,05).

Tabela 11. Efeito curativo de aminoácidos, aplicado isoladamente e em mistura com o fungicida Score, 24, 48 e 72 horas após a inoculação, no controle da sarna da macieira em casa de vegetação. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)		
		24 horas	48 horas	72 horas
Testemunha	-	42,8 bc ^{2/}	45,0 b	42,2 b
Score	14 mL	22,5 c	42,4 b	35,8 b
Fitamin CAB	100 mL	71,5 a	75,8 a	76,6 a
Fitamin CAB+Score	14 mL+100 mL	52,4 ab	57,7 ab	39,9 b

^{1/} concentração de conídios: 250.000/mL

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan (P<0,05).

Já o efeito do aminoácido (Terra-Sorb) no controle da mancha da gala foi satisfatório se aplicado isoladamente na dose de 2 L/ha, resultando em índice de controle em torno de 50%, similar a ao do Fitofos K Plus aplicado na dose 2,0 L/ha (Tabela 12). Por outro lado, não se observou efeito da adição do Terra-Sorb (1,0 L/ha) aos fungicidas Orthocide (2,4 kg/ha), Dithane NT (2,0 kg/ha) ou ao fosfito (2,0 L/ha de Fitofos K Plus). Deste modo requer mais estudos, inclusive na dose mais alta do aminoácido e em condição de pressão de doença mais baixa que do ciclo 2010/11.

O fungicida Serenade, a base de *B. subtilis*, apresenta eficiência ao redor de 50% no controle preventivo da sarna da macieira em condições de campo (Tabela 13). Este produto melhorou significativamente a eficiência do fungicida Polyram DF (200 g/100 L), o mesmo não foi observado com as misturas com Delan (50 g/100 l) e Stroby (20 mL/100 L). É importante continuar os trabalhos pois este produto apresenta potencial para ser utilizado em mistura com fungicidas tradicionais havendo a possibilidade de se reduzir a quantidade destes.

Finalmente, alguns adjuvantes podem melhorar a performance dos fungicidas, principalmente dos protetores que vem se tornando cada vez mais importantes no manejo atual da sarna da macieira. Os mesmos poderiam melhorar a aderência e/ou a redistribuição destes fungicidas conforme se observa na Tabela 14. O Forth TB (40 mL/100 L) melhorou significativamente a eficiência dos fungicidas Dithane NT e Score. A mistura com Orthocide 500 não aumentou o nível de controle. Ensaio realizado no ciclo 2009/10 evidenciou que este adjuvante não aumenta a severidade de russetting na cv. Gala.

Tabela 12. Eficiência de aminoácido, aplicado isoladamente e em mistura com os fungicidas Orthocide 500 e Dithane NT e fosfito de potássio Fitofos K Plus, no controle da mancha-da-gala, cv. Gala. 2010/11.

Tratamento ^{1/}	Dose (p.c./ha)	AACPD ^{2/}	IC ^{3/} (%)
Testemunha	-	1.781,3 a ^{5/}	-
Orthocide 500 + Terra-Sorb	2,4 kg + 1,0 L	470,2 bc	73,6
Orthocide 500 ^{4/}	2,4 kg	370,2 bc	79,2
Fitofos K Plus+ Terra-Sorb	2,0 L + 1,0 L	806,5 bc	54,7
Fitofos K Plus	2,0 L + 1,0 L	913,3 bc	48,7
Dithane NT+ Terra-Sorb	2,0 kg + 1,0 L	330,7 bc	81,4
Dithane NT ^{4/}	2,0 kg	192,3 c	89,2
Terra-Sorb	2,0 L	954,1 b	46,4

^{1/} Os produtos foram aplicados em 18/12, 24/12 e 31/12/10, 8/1, 15/1, 22/1 e 29/1/11.

^{2/} AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença.

^{3/} IC: Índice de controle da mancha-da-gala.

^{4/} Tratamentos padrão do ensaio.

^{5/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 13. Eficiência do fungicida Serenade (*Bacillus subtilis*), aplicado isoladamente e em mistura com fungicidas, no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)	IC (%)
Testemunha	-	98,7 a ^{2/}	-
Serenade	200 mL	49,7 b	49,6
Serenade+Delan	200 mL+50 g	3,5 cd	96,4
Delan	50 g	1,2 d	98,7
Serenade+Stroby	200 mL+20 mL	44,0 b	55,4
Stroby	20 mL	54,7 b	44,5
Polyram DF	200 g	13,7 c	86,1
Serenade+Polyram DF	200 mL+200 g	6,2 cd	93,7

^{1/} Os produtos foram aplicados em 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010..

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

Tabela 14. Efeito de adjuvantes sobre a performance de fungicidas protetores e curativos no controle da sarna da macieira, cv. Gala. São Joaquim-SC. 2010.

Tratamento ^{1/}	Dose p.c./100 L	Sarna nas folhas (%)	IC (%)
Testemunha	-	97,0 a ^{2/}	-
Dithane NT	200 g	21,2 b	78,1
Orthocide 500	240 g	5,5 c	94,3
Score	14 mL	30,0 b	69,0
Dithane NT+Forth TB	200 g+40 mL	4,0 c	95,8
Score+Forth TB	14 mL+40 mL	19,2 b	80,2
Orthocide 500+Forth TB	240 g+40 mL	1,7 c	98,2

^{1/} Os produtos foram aplicados em 6/9, 11/9, 18/9, 25/9, 2/10, 9/10, 16/10, 23/10 e 29/10/2010.

^{2/} Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si. Duncan P<0,05.

4. Conclusões e Recomendações

Os resultados obtidos até o presente momento indicam um grande potencial para uso dos fosfitos, produtos naturais oriundos de plantas, aminoácidos e produtos com base em *Bacillus* no manejo das doenças da macieira. Estes compostos assumem grande importância pois a estratégia disponível para o controle das doenças da macieira, está baseada no uso dos fungicidas protetores.

Os fosfitos apresentam nível de eficiência variável de acordo com a cultura e com a doença. No campo são muito eficientes no controle da sarna nas folhas da macieira, podridão do colo, fuligem e sujeira de mosca, e mediana no controle da mancha da gala e podridões de frutos. A formulação com resultado mais consistente é o fosfito de potássio, na concentração 00-40-20 e 00-30-20, embora as demais concentrações também possam ser utilizadas. É necessário observar que aplicações sucessivas causam fitotoxicidade nas folhas novas. Portanto, a sua aplicação deve se restringir ao início do ciclo primário quando as condições são favoráveis à sarna. Além disso, deve-se considerar o fosfito como um fungicida e evitar o uso de coquetéis que podem comprometer a eficiência e agravar a fitotoxicidade. Podem ser utilizados durante a colheita, principalmente visando o controle da fuligem e da sujeira de mosca.

Os demais produtos naturais oriundos de plantas, aminoácidos, extratos vegetais e com base em microrganismos, tais com o *Bacillus* também podem ajudar nas estratégias de manejo integrado das doenças da macieira. Entretanto, são necessários mais estudos visando à consolidação dos resultados.

Literatura citada

- AFEK, U & SZTEJEJNBERG, A. A citrus phytoalexin, 6, 7-dimethoxycoumarin, as a defense mechanism against *Phytophthora citrophthora*, and the influence of phosethyl-al and phosphorous acid on its production. *Phytoparasitica*, v.14, p.246, 1986.
- AFEK, U & SZTEJEJNBERG, A. Effect of fosethyl-al and phosphorous acid on scoparone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora ctrophthora*. *Phytopathology*, v.79, p.736-739, 1989.
- AFEK, U & SZTEJEJNBERG, A. Accumulation of scoparone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*, v.78, p.1678-1682, 1988.
- ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L.; VADEBENITO-SANHUEZA, R. M. fosfito de potássio e ulvana no controle da macha foliar da gala em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.33, n.2, p.148-152. 2008.
- ARAÚJO, L.; VADEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.35, n.1, p.54-59. 2010.
- BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V.; DEZANET, A.; LIMA, E. B. de L.; HACK NETO, P.; AVILA, R. D.; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal-SP, v.29, n.2, p.265-268. 2007.
- BONETI, J. I. S & KATSURAYAMA, Y. Espécies de *Phytophthora* associadas com a podridão do colo da macieira no Estado de Santa Catarina. *Fitopatologia brasileira*, v.18, p.206-212, 1993.
- BONETI, J. I. S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. *Manual de identificação de doenças e pragas da macieira*. Florianópolis: Epagri, 1999. 149p.
- BONETI, J. I. S & KATSURAYAMA, Y. Podridão do colo da macieira (*Phytophthora* spp.). In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F.; MATSUOKA, K.; BECERRA, J. L. (eds.). *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas, SP, Editora Rural, 2001. p.381-412.
- BONETI, J. I. S & KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no manejo da sarna da macieira. In: *Enfrute*, 5., 2002a, Fraiburgo, SC. Anais. Caçador: Epagri, 2002.p125-139.
- BONETI, J. I. S & KATSURAYAMA, Y. Potencial do uso dos fosfitos no manejo das doenças da macieira. *Fitopatologia brasileira*, v. 27 (resumo, 728)., 2002b.

- BONETI, J. I. S & KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no controle da sarna da macieira. *Agropecuária catarinense*, v.18, v.2, p:51-54. 2005.
- BONETI, J.I.S; KATASURYAMA, Y. Manejo da sarna da macieira no Brasil. In: *Agropecuária catarinense*, v.23, nº2 (suplemento), 2010. P.130-138.
- BONETI, J.I.S; KATASURYAMA, Y. RIBEIRO, L. G.; NAVA, G.; DI PIERO, R. Produção orgânica de maçã no Estado de Santa Catarina. In: *Agropecuária catarinense*, v.23, nº2 (suplemento), 2010. p.66-78.
- 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. *Cienc. Rural*, v.34, n4, p.1039-1042. 2004.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN. S. M.; CASTRO, H. A.; CARVALHO, V. D. Influência de diferentes níveis de produção sobre a evolução da ferrugem do cafeeiro e sobre teores foliares de compostos fenólicos. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v.25, n.1, p.49-54. 2001.
- CIA, P. Potencial do *Bacillus thuringiensis* e da goma xantina como indutores de resistência. In: *1º Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas contra fitopatógenos*. São Pedro-SP, 19 a 21 de novembro de 2002. p.22-23. 2002.
- COFFEY, M. D & BOWER, L. A. In vitro variability among isolates of eight *Phytophthora* species in response to phosphorous acid. *Phytopathology*, v.74, p.738-742, 1984.
- COFFEY, M. D & JOSEPH, M. C. Effects of phosphorous acid and fosetyl-al on the life cycle of *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola*. *Phytopathology*, v. 75, p. 1042-1046, 1985.
- COHEN, M. D & COFFEY, M. D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. *Ann. Rev. Phytopathology*, v. 24, p.311-338, 1986.
- COPELLI, E. V. Avaliação de trans-resveratrol em vinhos da cv. Cabernet Sauvignon tratada com Fitosfos K Plus. *Trabalho de conclusão de curso superior de tecnologia em vitivinicultura e enologia*. Bento Gonçalves, Julho de 2005. 29p.
- D'AGOSTINE, F.; MORANDI, M. A. B. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. In: BETTIOL, W & MORANDI, A. B. (Editores). *Biocontrole de doenças de plantas. Uso e perspectivas*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. 2009. 334p.
- DIXON, R.A. Natural products and plant disease resistance. *Nature*, v. 411, p.844-847. 2001.
- DIXON, R. A & SUMMER, L.W. Legume natural products: understanding and manipulating complex pathways for human and animal health. *Plant Physiol*, v.131, p.878-885. 2003.
- DUNSTAN, R. H.; SMILLIE, R. H.; GRANT, B. R. The effects of sub-toxic levels of phosphonate on the metabolism and potential virulence factors of *Phytophthora palmivora*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.36, p.205-220, 1990.
- EDGINTON, L. V.; KLEW, K. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathology*, v.61, n.1, p.42-44, 1971.
- FENN, M. E & COFFEY, M. D. Studies on the in vitro antifungal activity of fosethyl-al and phosphorous acid. *Phytopathology*, v.74, p.606-611, 1984.
- FENN, M. E & COFFEY, M. D. Further evidence for direct mode of action of fosethyl-al and phosphorous acid. *Phytopathology*, v.75, p.1064-1068, 1985.
- FENN, M. E & COLLEY, M. D. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of Fosetyl-Al and Phosphorous acid. *Phytopathology*, v.74, p.606-611, 1984.
- GALLOTTI, G.J.M.; ANDRADE, E.R. de.; SONEGO, O.R.; GARRIDO, L da R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Doenças da videira e seu controle em Santa Catarina. 2 ed. Ver. E atual. Florianópolis: Epagri, 209. 90p.
- 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. *Jar Geelen Research Ltda*. Independent Horticultural Consultants, 29 April, 15p. 1999.
- GUEST, D. I. Evidence from light microscopy of living tissues that fosethyl-al modifies the defense response in tobacco seedlings following inoculation by *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, vol.29, p.251-261, 1986.

- GUEST, D. J.; UPTON, J. C. R.; ROWAN, K. S. Fosetyl-al alters the respiratory response in *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* infected tobacco. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.34, p.257-265, 1989.
- GUEST, D. I & GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biological Review*, v.66, p.159-187, 1991.
- HRAZDINA, G.; WLODZIMIERZ, B. W.; LESTER, C. Phytoalexin production in an apple cultivar resistant to *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, v.87, p.868-878, 1997.
- JACKSON, T. J.; BURGESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G. E. St. J. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology*, v.49, p.147-154, 2000.
- KATSURAYAMA, Y & BONETI, J. I. S. Controle das doenças de verão da macieira. In: *Reunião Anual de Fitossanidade 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.
- KATYSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S.; BECKER, W.; TSUCHIYA, S. Resultados recentes sobre a epidemiologia da Mancha da Gala. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 4., 2001, Fraiburgo, SC. *Anais...* Caçador, SC. Epagri, 2001. p.80-88.
- MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonóides e seu potencial terapêutico. *Bol. Cent. Biol. Reprod.*, Juiz de Fora. V. 27, n.1/2, p. 33-39. 2008.
- MACDONALD, A. E.; GRANTE, B. R.; PLAXTON, C. Phosphite (Phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. *Journal of Plant Nutrition*, 24:10, 1505-1519. 2001.
- MAXSON, K & JONES, A. L. Actigard- a new fire blight control strategy. http://www.msue.msu.edu/ipm/CAT99_frt/F07-13-99.htm.
- MATHERON, M. E & MATJKA, J. C. Persistence of systemic activity for fungicides applied to citrus trunk for control *Phytophthora gummosis*. *Plant Disease*, v.72, p.170-174, 1988.
- MATHERON, M. E & PORCHAS, M. Suppression of *Phytophthora* root and crown rot on pepper plants treated with acibenzolar-S-Methyl. *Plant Disease*, v.86, p.292-297, 2002.
- MONTEALEGRE, J.R.; LOPEZ, C.; STADNIK, M.J.; HENRÍQUEZ, J.L.; HERRERA, R.; POLANCO, R.; Di PIERO, R.M.; PÉREZ, L.M. Control of grey rot of apple fruits by biologically active natural products. *Tropical Plant Pathology*, v.35, p.271-276, 2010.
- NEMESTOTHY, G. S & GUEST, D. I. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammonia lyase activity and ethylene biosynthesis in fosetyl-al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotiana*, var. *nicotianae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.37, p.207-219, 1990.
- PASCHOLATI, S. F. Indução de resistência sistêmica: opção para o controle de doenças de plantas no século XXI. In: *1º Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas contra fitopatógenos*. São Pedro-SP, 19 a 21 de novembro de 2002. P.8-10. 2002.
- REUVENI, M.; SHEGLOV, D.; COHEN, Y. Control of moldy-core decay in apple fruits by β -aminobutyric acids and potassium phosphites. *Plant Disease*, v.87, p.933-936. 2003.
- ROHRBACH, K.G & SCHENCK, S. Control of pineapple heart rot, cause by *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamomi*, with fosetyl-al, and phosphorous acid. *Plant Disease*, v.69, p.320-323, 1985.
- SAINDRENAT, P.; BARCHIETTO, T.; AVELINOP, J.; BOMPEIX, G. Effect of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.32, p.425-435, 1988.
- SAINDRENAN, P.; BARCHIETTO, T.; BOMPEIX, G. Effects of phosphonate on the elicitor activity of culture filtrates of *Phytophthora cryptogea* in *Vigna unguiculata*. *Plant Science*, v.76, p.245-251, 1990.
- SMILLE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: Evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathology*, v.79, p.921-926, 1989.

- SONEGO, O. R.; GARRIDO, L da R.; CZERMAINSKI, A. B da C. Avaliação do fosfito de potássio no controle do míldio da videira. – Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 16 p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Características e controle de *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*) agente causal da mancha das folhas e frutos da macieira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. 16 p. (Embrapa Uva e Vinho. *Circular Técnica*, 25).
- WICKS, T. J.; MARGAREY, P. A.; BOER, R. F.; PEGG, K. G. Evaluation del fosfito potasico como fungicida em Austrália. Conferencia de Brighton para la Protección de Las Cosechas. – Pestes y Enfermedades, 1990.
- WICKS, T. J.; MARGAREY, P. A.; WACHTEL, M F.; FRENHAM, A. B. Effect of postinfection application of phosphorus (phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopara viticola* on grape. *Plant Disease*, 75:40-43. 1991.
- WILKINSON, C. J.; HOLMES, J. M.; SELL, B.; TYNAN, K. M.; McCOMB, J. A.; SHEARER, B. L.; COLQUHOUN, I. J.; HARDY, G. E. St. J. Effect of phosphite in plant zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology*, v. 50, p.587-593. 2001a.
- WILKINSON, C. J.; SHEARER, B. L.; JACKSON, T. J.; HARDY, G. E. St. J. Variation in sensitivity of Western Australian isolates of *Phytophthora cinnamomi* to phosphates in vitro. *Plant Pathology*, v.50, p.83-89. 2001b.