



Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja

Olavo C. Silva¹, Hellen A.A. Santos², Cícero Deschamps¹, Maristella Dalla Pria³ & Louise L. May De Mio¹

¹Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, 80035-050, Curitiba, PR, Brasil; ²Departamento de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, 89520-000, Curitibanos, SC, Brasil; ³Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 84030-900, Ponta Grossa, PR, Brasil

Autor para correspondência: Maristella Dalla Pria, e-mail: mdallapria@uepg.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes fontes comerciais de fosfito e acibenzolar-S-metílico (ASM) seguidos de uma aplicação de fungicida no controle do míldio, do oídio e da ferrugem asiática, para reduzir o número de aplicações de fungicidas e aumentar o espectro de controle das doenças da soja. Foram conduzidos dois experimentos na região de Ponta Grossa, PR, nas safras 2006/07 e 2007/08. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram cinco fontes comerciais de fosfitos de potássio e uma de manganês (450 g P₂O₅ ha⁻¹) e ASM (12,5 g i.a. ha⁻¹), aplicados nos estádios V7 e R2. Os tratamentos com fosfito e ASM receberam uma aplicação do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (66,5 + 25 g i.a. ha⁻¹) no estádio R3 e foram comparados com uma em R2 e duas aplicações do mesmo fungicida, aplicados em R2 e R5.1, e a testemunha. O uso de fosfito e ASM reduziram significativamente a área abaixo da curva de progresso do míldio e não tiveram efeito sobre o oídio e a ferrugem asiática. O maior número de aplicações do fungicida aumentou o controle dos patógenos biotróficos sob maior pressão das doenças.

Palavras-chave: *Peronospora manshurica*, *Phakopsora pachyrhizi*, oídio.

ABSTRACT

Phosphite sources and acibenzolar-S-methyl associated to fungicides on the control of foliar diseases in soybean

The goal of this study was to evaluate commercial sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl (ASM) followed by one fungicide application on the control of downy mildew, powdery mildew and asian soybean rust, reducing the number of fungicide applications and increasing the control spectrum of these soybean diseases. Two field experiments were carried out in Ponta Grossa, Paraná state, Brazil, during the 2006/07 and 2007/08 growing seasons. The experimental design was of randomized blocks with four replications. Treatments consisted on five sources of potassium phosphite and one of manganese (450 g P₂O₅ ha⁻¹) and ASM (12.5 g a.i. ha⁻¹) sprayed at the V7 and R2 stages. Phosphite- and ASM-treated plants received one application of the fungicide piraclostrobine + epoxiconazole (66.5 + 25 g i.a. ha⁻¹) at the R3 stage and were compared to plants which received two fungicide applications at the R2 and R5.1 stages, as well as to untreated plants. The use of phosphite and ASM significantly reduced the AUDPC for downy mildew. No effects were observed for powdery mildew and Asian rust. The higher number of fungicide application increased the control of biotrophic fungi under higher disease pressure.

Key words: *Peronospora manshurica*, *Phakopsora pachyrhizi*, powdery mildew.

As doenças causadas por fungos biotróficos, como o oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck), a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.) e o míldio (*Peronospora manshurica* (Naumov) Syd. ex Gaum), destacam-se pela importância em diferentes regiões produtoras de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e tem reduzido entre 10% a 90% a produtividade da cultura (Yorinori et al., 2005; Godoy et al., 2009).

O oídio, a partir da safra 1996/97, ganhou destaque dentre as doenças que afetam a soja e ocorreu em maior intensidade da Região Sul até o Centro-Oeste do Brasil (Forcelini, 2004) e pode causar danos entre 30% a 40% (Forcelini, 2004). Blum et al. (2002) relataram o uso de

fungicidas aplicados no estádio R4 como um método eficiente no controle deste patógeno, entretanto a variação de suscetibilidade entre cultivares e a possibilidade de raças fisiológicas dificulta o seu controle.

A ferrugem asiática é uma das mais agressivas doenças da soja, com dano entre 10% a 90% (Kumudini et al., 2008), e no Brasil vem provocando prejuízos desde 2001/02 pela falta de resistência genética e ampla área de semeadura (Yorinori et al., 2005; Godoy et al., 2009). Esta doença pode infectar a cultura a partir dos estádios iniciais de desenvolvimento e as condições ambientais são fundamentais no desenvolvimento das epidemias. No Brasil, o uso de fungicidas na cultura da soja ocorre de

forma calendarizada, com duas a três aplicações em média que iniciam a partir do florescimento com fungicidas do grupo das estrobilurinas associados a triazóis (Godoy et al., 2009).

O míldio apresenta-se disseminado nas principais regiões produtoras do mundo (Dunleavy, 1987; Lim, 1989), com danos entre 8 a 14% para genótipos suscetíveis nos EUA (Dunleavy, 1987). A resistência genética é um dos principais métodos de controle desta enfermidade evidenciada por dois genes maiores, *Rpm* (Ersek et al., 1982) e *Rpm₂* (Lim, 1989) e não existem relatos de raças fisiológicas no Brasil (Embrapa, 2000), apesar de serem descritas mais de 35 raças no mundo (Lim, 1989). O controle específico para o míldio é totalmente negligenciado na cultura e os fungicidas utilizados no controle das doenças foliares da soja não são suficientes para impedir epidemias de míldio.

Os indutores de mecanismos de defesa de plantas, bióticos ou abióticos, podem representar um método alternativo e complementar de controle (Wordell et al., 2007). Acibenzolar-S-metílico (ASM) é um composto sintético, análogo funcional do ácido salicílico, capaz de ativar defesas de plantas, tais como proteínas relacionadas à patogênese, β ,1-3 glucanase e quitinase (Kessmann et al., 1995). Dallagnol et al. (2006) e Santos et al. (2011) demonstraram aumento da eficácia dos fungicidas com a inclusão de ASM em um programa de controle químico em soja.

Os fosfitos, que possuem ação direta sobre patógenos e promovem ativação de mecanismos de defesa das plantas, como produção de fitoalexinas (Smillie et al., 1989), também foram empregados no controle de fungos e Oomycotas em outras culturas (McDonald et al., 2001; Santos et al., 2011). O termo fosfito é o nome genérico empregado para os sais do ácido fosforoso (H_3PO_3) que apresentam elevada solubilidade, rápida absorção pelas plantas, com grande

seletividade e translocação via xilema e floema (Guest & Grant, 1991).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de ASM e diferentes marcas comerciais de fosfito associados a um fungicida para controle de ferrugem, oídio e míldio verificando interferência no peso de 1000 grãos e no rendimento da cultura da soja.

Dois experimentos em condições de campo foram conduzidos na estação experimental pertencente à Fundação ABC, nas safras 2006/07 e 2007/08, no município de Ponta Grossa, PR. A cultura da soja, cultivar CD 215, foi semeada em sistema de semeadura direta, sobre a palha de aveia preta, em 17/11/06 e 12/11/07, com 250 Kg ha⁻¹ de adubo 05-25-25 e população de 35 plantas m⁻².

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com dez tratamentos e com quatro repetições (Tabela 1). Cada unidade experimental possuía sete linhas de semeadura espaçadas de 0,40 m (14 m² de área total e 6,4 m² de área útil). Os tratamentos foram aplicados com auxílio de pulverizador costal (MAE®), à pressão constante de 131 kPa pelo dióxido de carbono comprimido, com seis pontas tipo jato plano “leque” XR11002 espaçadas de 0,5 m e volume de calda de 135 L ha⁻¹, sob condições de umidade relativa superior a 60% e temperaturas inferiores a 30°C. As diferentes marcas comerciais de fosfito foram analisadas no laboratório da Fundação ABC pelo método analítico oficial para fertilizantes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os teores de P₂O₅ obtidos variaram de 29,07 a 32,66%, não diferindo entre as fontes avaliadas e confirmaram a regularidade dos valores de registro e bula.

Na safra 2006/07 foram realizadas cinco avaliações de severidade do míldio nos estádios V6 (cinco trifólios desenvolvidos), R2 (plena floração), R4 (vagens com 2 cm), R5.3 (granação de 26% a 50%) e R6 (granação de 100% e folhas ainda verdes). Em 2007/08 foram realizadas

TABELA 1 - Tratamentos, ingrediente ativo, época de aplicação dos indutores e fungicidas utilizados nos experimentos com a cultura da soja (*Glycine max*) nas safras 2006/2007 e 2007/2008

Tratamentos	Ingrediente ativo	Indutores ^{1,2}		Fungicida ³		
		V7 ⁴	R2	R2	R3	R5.1
Testemunha						
Fosfito A ¹ + (pirac. + epoxic. ³)	32,66% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	X	X			
Fosfito B ¹ + (pirac. + epoxic.)	30,00% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	X	X			
Fosfito C ¹ + (pirac. + epoxic.)	30,44% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	X	X			
Fosfito D ¹ + (pirac. + epoxic.)	29,07% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	X	X			
Fosfito E ¹ + (pirac. + epoxic.)	32,33% P ₂ O ₅ + 20% K ₂ O	X	X			
Fosfito F ¹ + (pirac. + epoxic.)	29,95% P ₂ O ₅ + 9% Mn	X	X			
ASM ² + (pirac. + epoxic.)	acibenzolar-S-metílico	X	X			
pirac. + epoxic.	piraclostrobina+ epoxiconazole				X	
pirac. + epoxic.	piraclostrobina+ epoxiconazole			X		X

¹Dose do fosfito utilizada em 2006/2007 foi de 300 e 600 g de P₂O₅ ha⁻¹, em V7 e R2, respectivamente. Em 2007/2008 utilizou-se 450 g de P₂O₅ ha⁻¹ em V7 e R2.

²ASM: acibenzolar-S-metílico na dose de 12,5 g i.a. ha⁻¹.

³pirac. + epoxic.: piraclostrobina + epoxiconazole na dose de 67 + 25 g i.a. ha⁻¹.

⁴Estádios fenológicos: V7 (6º trifólio desenvolvido), R2 (pleno florescimento), R3 (vagens com 2 a 4 cm) e R5.1 (granação de 10%).

sete avaliações, em V6, V9 (oito trifólios), R1 (início de floração), R2, R4, R5.3 e R6. As avaliações de oídio e ferrugem asiática ocorreram nos estádios R5.3 e R6. Para cada data de avaliação de severidade foram coletados 20 trifólios na área útil da parcela, 10 da metade inferior das plantas e 10 na metade superior. Utilizaram-se as escalas diagramáticas de Mattiazzi (2003) para avaliar a severidade do oídio, de Godoy et al. (2006) para ferrugem asiática e de Kowata et al. (2008) para o míldio. Com os dados da severidade de míldio calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), pela equação proposta por Shaner e Finny (1977).

Para rendimento e peso de 1000 grãos, procedeu-se a colheita das plantas na área útil das parcelas (6,4 m²), em 26 de março de 2007 (safra 2006/07) e em 31 de março de 2008 (safra 2007/08), o peso das amostras foi então corrigido para 13% de umidade. Os dados de cada safra foram submetidos análise de variância e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo logístico $y = b_1 / [1 + b_2 * \exp(-b_3 * x)]$, onde y representa severidade, x tempo em dias, b_1 à assíntota máxima, b_2 o inóculo inicial e b_3 à taxa de progresso da doença, foi ajustado por meio de regressões não-lineares a curva de progresso da severidade do míldio.

No primeiro experimento, realizado em 2006/07, o volume de chuvas durante a fase reprodutiva da cultura foi 164 mm superior ao volume da safra 2007/08 (Fundação ABC, 2008), o que favoreceu o desenvolvimento da ferrugem asiática (Tabela 2) e o rendimento da cultura, aproximadamente 1000 kg ha⁻¹ superior ao ocorrido em 2007/2008 (Tabela 2). Entretanto, a severidade não diferiu entre tratamentos nesta safra e apenas diferenciou o rendimento da testemunha do tratamento com duas pulverizações de fungicida. Na safra seguinte, pela menor umidade e temperatura média 2,1°C abaixo da registrada em 2006/07 (Fundação ABC, 2008), o oídio e míldio foram mais severos que a ferrugem asiática (Tabela 2).

A severidade do oídio foi diferente para as duas safras, onde o máximo de severidade ocorreu no estádio R6, com 5,7% em 2006/07 e 34,9% em 2007/08 (Tabela 2). Em ambas as safras os tratamentos com fungicida se diferenciaram da testemunha. Em 2006/07, com menor severidade da doença, não ocorreu diferença entre fontes de fosfito + fungicida (uma aplicação), ASM + fungicida (uma aplicação) e fungicida em duas aplicações, com controle variando entre 74% a 90%. Na safra seguinte duas aplicações de fungicidas foram superiores à aplicação única, 93% e 65% de controle, respectivamente. A aplicação única de fungicida com ou sem fontes de fosfito e ASM não se diferenciou em ambas as safras.

A maior severidade da ferrugem asiática foi observada no estádio R6, com severidade de 53,2% na safra 2006/07 e 15,5% em 2007/08 na testemunha (Tabela 2). Em 2006/07 com a maior pressão da doença, duas aplicações de fungicida foram superiores às aplicações únicas de

fungicida isolado ou associado ao ASM e fontes de fosfitos. A fonte de fosfito F + fungicida (uma aplicação) foi à única exceção, não diferindo de duas aplicações do fungicida. Em 2007/08, com menor pressão da doença, o fungicida em duas aplicações foi semelhante a aplicação única e aplicação única + fontes de fosfito B, C, F e ASM.

Ocorreram diferenças na severidade do míldio entre as duas safras avaliadas, com severidade máxima de 14,8% em 2006/07 e 43,5% em 2007/08 (Tabela 2). Os primeiros sintomas da doença ocorreram no início do estádio vegetativo V7 (plantas com o 6º trifólio aberto) da cultura, aos 40 dias após emergência (DAE), e a severidade máxima ocorreu no estádio reprodutivo R5.3 (granação de 26% a 50%), aos 90 DAE. Após o estádio R5.3 houve declínio da doença nas duas safras avaliadas. Nos dois experimentos todos os tratamentos com fungicida, fontes de fosfito e ASM aplicados isolados ou associados diferenciaram-se da testemunha (Tabela 2). Com base na AACPM, as fontes de fosfito + fungicida (uma aplicação) foram semelhantes entre si em ambas as safras e superiores à maioria dos tratamentos com ASM + fungicida (uma aplicação), fungicida (uma aplicação) e fungicida (duas aplicações) (Tabela 2).

O modelo logístico apresentou melhor ajuste aos dados de severidade de míldio nas safras 2006/07 e 2007/08 e o parâmetro b_1 do modelo foi o que apresentou diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 3). Como as fontes de fosfito foram semelhantes no controle de *P. manshurica*, optou-se por utilizar somente o fosfito A nesta análise de modelos. Nas duas safras, a fonte de fosfito A + fungicida (uma aplicação), ASM + fungicida (uma aplicação) e duas aplicações de fungicida diferenciaram-se da testemunha. Na segunda safra 2007/08 todos os tratamentos foram diferentes da testemunha. Na safra 2006/07 o tratamento com duas pulverizações de fungicida foi superior à testemunha em relação ao rendimento, demais tratamentos não foram diferentes. Todos os tratamentos diferenciaram-se da testemunha para o peso de 1000 grãos, além do que as fontes de fosfito e ASM foram semelhantes nas duas safras avaliadas (Tabela 2).

No presente trabalho, quando o oídio e ferrugem asiática foram mais severos, duas aplicações de fungicida foram significativamente superiores à aplicação única, independente da fonte de fosfito ou ASM, confirmando a importância do uso de fungicidas sob ambiente condutivo na cultura da soja, onde se usa em média duas a três pulverizações (Godoy et al., 2009).

O efeito de fosfito sobre Oomycota é conhecido em diversas culturas: batata (*Solanum tuberosum* L.), abacate (*Persea americana* Mill.) e eucalipto (*Eucalyptus marginata* Jarrh) (Jackson et al., 2000; McDonald et al., 2001), porém sobre outros patógenos ainda é pouco estudado (Lovatt & Mikkelsen, 2006). Meneghetti et al. (2010) não observaram qualquer efeito do uso de fosfitos de potássio sobre a ferrugem asiática. O ASM, um indutor de mecanismos de defesa das plantas e com ação comprovada entre 8 e 12 dias sobre oídio do trigo (Gorlach et al., 1996), não teve efeito

TABELA 2 - Severidade (%) do oídio (*Microspora diffusa*), da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), do míldio (*Peronospora manshurica*), área abaixo da curva de progresso de míldio (AACPM), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REN) em função de diferentes fontes de fosfito, acibenzolar-S-metílico e número de aplicações de fungicida na cultura da soja (*Glycine max*), cultivar CD 215, nas safras 2006/2007 e 2007/2008

Tratamentos	Oídio		Ferrugem Asiática		Míldio em R5.3 ⁵		AACPM		Safr 2006/2007		Safr 2007/2008	
	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08	2007/08	2007/08	2006/07	2007/08	PMG (g)	REN (kg ha ⁻¹)	PMG (g)	REN (kg ha ⁻¹)
Testemunha	5,7 ⁵ a*	34,9 a	53,2 a	15,5 a	14,8 a	43,5 a	611 a	1807 a	141 b*	4087 b	137 c	2913 ns
Fosfito A ¹ + (pirac. + epoxic.) ³	1,5 b	15,6 b	29,7 b	6,9 b	6,1 c	21,8 bc	282 e	971 d	155 a	4607 ab	150 ab	3390
Fosfito B ¹ + (pirac. + epoxic.)	1,0 b	12,5 b	24,3 bc	6,2 bc	5,0 c	20,9 c	286 e	1010 cd	154 a	4667 ab	149 b	3379
Fosfito C ¹ + (pirac. + epoxic.)	1,0 b	13,2 b	27,1 bc	5,0 bc	5,4 c	16,9 d	256 e	848 d	156 a	4679 ab	148 b	3520
Fosfito D ¹ + (pirac. + epoxic.)	0,5 b	15,6 b	27,2 bc	7,5 b	6,6 bc	20,3 cd	250 e	900 d	154 a	4523 ab	151 ab	3474
Fosfito E ¹ + (pirac. + epoxic.)	0,6 b	17,9 b	26,1 bc	6,7 b	5,3 c	20,0 cd	249 e	956 d	157 a	4543 ab	153 ab	3515
Fosfito F ¹ + (pirac. + epoxic.)	1,0 b	16,7 b	19,6 cd	5,1 bc	5,1 c	21,8 bc	310 de	964 d	156 a	4542 ab	149 b	3476
ASM ² + (pirac. + epoxic.)	1,0 b	11,5 b	21,9 bc	5,6 bc	7,2 bc	24,6 b	368 cd	1167 c	152 a	4435 ab	150 b	3423
pirac. + epoxic. ³	0,5 b	12,0 b	25,1 bc	3,0 c	9,4 b	22,0 bc	494 b	1146 c	154 a	4201 ab	152 ab	3402
pirac. + epoxic. ⁴	0,6 b	2,3 c	11,4 d	2,6 c	7,5 bc	22,8 bc	410 c	1361 b	158 a	4801 a	159 a	3552
C.V. (%)	66,9	58,8	44,6	77,3	56,4	21,9	31,3	12,7	1,7	6,3	2,5	7,9

¹Duas aplicações de fosfito realizadas em V7 (6^o trifólio desenvolvido) e R2 (pleno florescimento).

²ASM corresponde a acibenzolar-S-metílico aplicado em V7 e R2.

³pirac. + epoxic corresponde a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole (67 + 25 g i.a. ha⁻¹) em R3 (vagens com 2 a 4 cm).

⁴Aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole (67 + 25 g i.a. ha⁻¹) nos estádios R2 e R5.1 (granação de 10%).

⁵Dados transformados em $\sqrt{x} + 0,5$ * Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Coeficiente de determinação (R^2) e parâmetros estimados pelo modelo logístico $y = b_1 / [1 + b_2 * \exp(-b_3 * x)]$, onde y representa severidade, x tempo, b_1 corresponde à assíntota máxima, b_2 está relacionado ao inóculo inicial e b_3 representa a taxa de progresso da doença, ajustado aos dados de progresso do míldio (*Peronospora manshurica*) segundo fontes de fosfito, acibenzolar-S-metílico e número de aplicação de fungicidas nas safras 2006/2007 e 2007/2008, Ponta Grossa, PR

Tratamentos	Parâmetros do modelo logístico			
	b1	b2	b3	R ²
Safrá 2006/2007				
Testemunha	14,90	0,05	0,21	75,5
Fosfito A ¹ + (pirac. + epoxic.) ³	6,53 *	0,06	0,21	80,6
ASM ² + (pirac. + epoxic.) ³	8,06*	0,01	0,41	75,2
pirac. + epoxic. ³	10,8	0,04	0,28	64,6
pirac. + epoxic. ⁴	8,87*	0,06	0,26	62,6
Safrá 2007/2008				
Testemunha	38,20	0,01	0,21	94,3
Fosfito A ¹ + (pirac. + epoxic.) ³	22,8*	0,01	0,18	91,6
ASM ² + (pirac. + epoxic.) ³	27,3*	0,02	0,15	84,8
pirac. + epoxic. ³	26,4*	0,01	0,28	87,6
pirac. + epoxic. ⁴	27,8*	0,01	0,25	86,4

¹Duas aplicações de fosfito realizadas em V7 (6º trifólio desenvolvido) e R2 (pleno florescimento).

²ASM corresponde a acibenzolar-S-metílico aplicado em V7 e R2.

³Aplicação única de piraclostrobina + epoxiconazole (67 + 25 g i.a. ha⁻¹) em R3 (vagens com 2 a 4 cm).

⁴Aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole (67 + 25) nos estádios R2 e R5.1 (granação de 10%).

*Existe diferença entre cada tratamento e a testemunha pelo teste t a 5% de probabilidade.

sobre o oídio da soja. O efeito de fosfitos no controle de míldio foi relatado em cebola (Wordell Filho et al., 2007) e na cultura da soja (Silva et al., 2011).

Ao longo dos anos vem sendo discutido o modo de ação dos fosfitos, direta ou indireta, no controle de doenças. Guest & Grant (1991) afirmaram que mesmo após inibição direta do fosfito, metabólitos resultantes desta ação são eliminados e podem induzir defesas em plantas. Plantas tratadas com o ácido fosforoso e após inoculação do patógeno, mostraram mudanças relacionadas à defesa, como hipersensibilidade, migração do núcleo e acúmulo de fitoalexinas ao redor das células desafiadas (Guest & Grant, 1991; Daniel et al., 2005). Ambos os modos de ação das fontes de fosfito podem estar presentes nos resultados obtidos no controle do míldio.

O acibenzolar-S-metílico reduziu significativamente a severidade do míldio em ambas as safras, mas foi inferior às fontes de fosfito. Este indutor não possui ação fungistática e desenvolve um papel semelhante ao ácido salicílico na via de transdução do sinal que leva à resistência sistêmica adquirida (Yamaguchi, 1998), com ação comprovada no míldio em fumo (Friedrich et al., 1996).

Dunleavy (1987) relatou que o peso de 1000 grãos é um dos componentes de rendimento afetados por *P. manshurica*, reduzindo o seu peso entre 3,9% e 7,2%. Nas duas safras, as fontes de fosfitos foram superiores à testemunha e semelhantes entre si para estes componentes. Entretanto, os fosfitos + fungicida (uma aplicação) não se diferenciaram do fungicida (uma aplicação), o que impossibilita atribuir a superioridade no peso de grãos dos fosfitos sobre a testemunha ao controle do míldio.

O tratamento com duas aplicações de fungicida foi o único que diferenciou da testemunha para rendimento na safra 2006/07. O maior rendimento pode estar relacionado ao controle superior de *P. pachyrhizi*, que atingiu 53% de severidade na testemunha. Estes dados confirmam a atual importância do controle da ferrugem asiática por meio do uso de fungicidas, pois a resistência genética não é totalmente efetiva até o momento (Yorinori et al., 2005; Godoy et al., 2009).

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelas bolsas de produtividade em pesquisa das professoras Louise L. May De Mio e Maristella Dalla Pria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blum LEB, Reis, EF, Prade, AG, Tavela, VJ (2002) Fungicidas e misturas de fungicidas no controle do oídio da soja. *Fitopatologia Brasileira* 27:216-218.
- Dallagnol LJ, Navarini L, Ugalde MG, Balardin RS, Catellani R (2006) Utilização de acibenzolar-S-metil para controle de doenças foliares da soja. *Summa Phytopathologica* 32:255-259.
- Daniel R, Wilson BA, Cahill D (2005) The effect of potassium phosphonate on the response of *Xanthorrhoe australis* to infection by *Phytophthora cinnamomi*. *Australian Plant Pathology* 3:541-548.
- Dunleavy JM (1987) Yield reduction in soybean caused by downy mildew. *Plant Disease* 71:1112-1114.

- EMBRAPA (2000) A cultura da soja no Brasil. Londrina PR. Embrapa Soja.
- Ersek T, Hollyday M, Keen, NT (1982) Association of hypersensitive host cell death and autofluorescence with a gene for resistance to *Peronospora manshurica* in soybean. *Phytopathology* 72:628-631.
- Forcelini AC (2004) Danos e critérios para o controle químico do oídio. In: Reis EM (Ed.) Doenças na cultura da soja. Passo Fundo RS. pp.117-123.
- Friedrich L, Lawton K, Rues W, Masner P, Specker N, Rella M, Gut M, Meier B, Incher S, Staub T, Uknes S, Metraux JP, Kessmann H, Ryals, JA (1996) Benzothiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant Journal* 10:61-70.
- Fundação ABC (2008) Agrometeorologia. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org.br>. Acesso em 20 de junho de 2008.
- Godoy CV, Koga L, Canteri MG (2006) Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira* 31:63-68.
- Godoy CV, Flausino AM, Santos LCM, Ponte MDP (2009) Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. *Tropical Plant Pathology* 34:056-061.
- Gorlach J, Volrath S, Knauf-Beiter G, Hengy G, Beckhove U, Kogel KG, Ootendorp M, Status T, Warde E, Kessmann J, Ryals J (1996) Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease in wheat. *Plant Cell* 8:629-643.
- Guest DI, Grant BR (1991) The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biological Review* 66:159-187.
- Jackson TJ, Burgess T, Colquhoun I, Hardy GESTJ (2000) Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology* 49:147-154.
- Kessmann H, Ryals J, Stausb T, Oostendorp M, Aha Goy P, Hoffmann CJ, Friedrich L, Delaney T, Lawton K, Ryals L, Weymann K, Ligon H, Vernoij B, Uknes S (1995) CGA245704: Mode of action of new plant activator. In: International Plant Protection Congress, Proceedings... The Hague The Netherlands. ISPP. pp. 2-7.
- Kowata LS, De-Mio LLM, Dalla Pria M, Santos HAA (2008) Escala diagramática para avaliar severidade de mildio na soja. *Scientia Agraria* 9:105-110.
- Kumudini, S, Godoy CS, Board JE, Omielan J, Tollenaar M (2008) Mechanisms involved in soybean rust-induced yield reduction. *Crop Science* 48:2334-2342.
- Lim SM (1989) Inheritance of resistance to *Peronospora manshurica* race 2 and race 33 in soybean. *Phytopathology* 79:877-879.
- Lovatt CJ, Mikkelsen RL (2006) Phosphite fertilizers: What are they? Can they do? *Better Crops* 90:11-14.
- Mattiazzi P (2003) Efeito do oídio (*M. diffusa*) na produção e duração da área foliar sadia da soja. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba SP.
- McDonald AE, Grant B, Plaxton WC (2001) Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. *Journal of Plant Nutrition* 24:1505-1519.
- Meneghetti RC, Balardin, RS, Corte GD, Favera DD, Debona D (2010) Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. *Ciência e Agrotecnologia* 34:823-829.
- Santos HAA, Dalla Pria M, Silva OC, De-Mio LLM (2011) Controle de doenças do trigo com fosfitos e acinbenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina+ epoxiconazole. *Semina: Ciências Agrárias* 32:433-442.
- Shaner G, Finney RE (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67:1051-1056.
- Silva OC, Santos HAA, Dalla Pria M, De-Mio LLM (2011) Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. *Crop Protection* 30:598-604.
- Smillie R, Grant BR, Guest D (1989) The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. *Phytopathology* 79:921-926.
- Wordell FJA, Martins DA, Stadnik, MJ (2007) Aplicação foliar de tratamentos para controle de mildio e da podridão-de-escamas de bulbos de cebola. *Horticultura Brasileira* 25:544-549.
- Yamaguchi I (1998) Activators for systemic acquired resistance. In: Hutson D, Myamamoto J (Eds.). *Fungicidal Activity*. New York NY, USA. Wiley. pp.193-121.
- Yorinori JT, Paiva WM, Frederick RD, Costamilan LM, Bertagnolli PF, Hartman GE, Godoy CV, Nunes Junior J (2005) Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. *Plant Disease* 89:675-677.