

## INFLUÊNCIA DE FUNGICIDAS E FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA<sup>1</sup>

JANDER DA SILVA NEVES<sup>2</sup>, LUIZ EDUARDO BASSAY BLUM<sup>3\*</sup>

**RESUMO** - Avaliou-se neste estudo a influência da aplicação de fungicidas isolados ou em associação com fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. Dois testes de campo ('Coodetec-219RR' e 'Emgopa-313') foram conduzidos (12/2005 a 4/2006) em Cristalina (GO). Os testes foram delineados em blocos ao acaso (Nove tratamentos; cinco repetições). Os tratamentos foram com uma e duas aplicações de fosfito-K (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (OV, 0,5% v v<sup>-1</sup>), duas aplicações de fungicidas tradicionais (FT) [pyraclostrobin+epoxiconazole (66,5+25 g i.a. ha<sup>-1</sup>); tiofanato-metílico+flutriafol (300 + 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>); tebuconazole (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>)], uma aplicação de FT+fosfito e uma segunda aplicação de fosfito + OV. Em 'Emgopa-313' as aplicações dos produtos ocorreram em V8 e R2 e na Coodetec-219RR em R1 e R5. As avaliações de ferrugem ocorreram a cada sete dias após a aplicação dos produtos. Após a primeira aplicação, todos os tratamentos reduziram significativamente a ferrugem. Na avaliação final, somente os tratamentos com FT reduziram a doença e aumentaram a produtividade e a massa de 1000 grãos. Fosfito-K reduziu a doença, mas não incrementou a produtividade e a massa de 1000 grãos.

**Palavras-chave:** *Phakopsora pachyrhizi*. *Glycine max*. fosfito de K.

## INFLUENCE OF FUNGICIDES AND POTASSIUM PHOSPHITE ON ASIAN RUST AND YIELD OF SOYBEAN

**ABSTRACT** - This study evaluated the effects fungicides with or without association with potassium phosphite on the control of the Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) of soybean. Two field tests ('Coodetec-219RR' and 'Emgopa-313') were conducted (12/2005-4/2006) in Cristalina (Goiás, Brazil), in a complete randomized block design (Nine treatments; five replications). The treatments were with one and two applications of phosphite-K (1192 g a.i. ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g a.i. ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) + vegetable oil (VO - 0.5% v v<sup>-1</sup>), two applications of traditional fungicides (TF) [pyraclostrobin+epoxyconazole (66.5 + 25 g a.i. ha<sup>-1</sup>); methylthiophanate+flutriafol (300+60 g a.i. ha<sup>-1</sup>); tebuconazole (100 g a.i. ha<sup>-1</sup>)], and, one application of TF+phosphite and a second application of phosphite+VO. For 'Emgopa-313', product applications were made on V8 and R2 soybean growth stage, while for Coodetec-219RR on R1 and R5. Evaluations of disease severity (%DS) were made each seven days after product applications. After the first product application, all treatments significantly reduced DS. At the end of evaluations only treatments with TF significantly reduced DS. Yield and mass of 1000 seeds were significantly higher for treatments with TF. Phosphite-K applications decreased DS, but did not increase yield and mass of 1000 soybean-seeds.

**Keywords:** *Phakopsora pachyrhizi*. *Glycine max*. K phosphite.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 04/06/2012; aceito em 14/02/2014

Parte da dissertação de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da UnB

<sup>2</sup>Syngenta Crop Protection, Desenvolvimento Técnico de Mercado, Goiânia, GO

<sup>3</sup>Departamento de Fitopatologia, UnB, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF; luizblum@unb.br

## INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é afetada por muitas doenças. Dentre estas, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd.) nos 20 anos é considerada uma das principais (YORINORI et al., 2005). No Brasil esta doença foi descrita em 2001 (YORINORI et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2005). As perdas no rendimento variam entre 10 e 75% onde o controle não é executado ou o é de forma inadequada ou tardia (NAVARINI et al., 2007).

O manejo integrado da cultura e o controle químico da ferrugem e outras doenças devem ser sempre consideradas como complementares e indispensáveis. Vários são os fungicidas tradicionalmente recomendados para o controle desta ferrugem, tais como, aqueles pertencentes aos grupos dos triazóis, estrobilurinas e benzimidazóis (GODOY et al., 2012). As seguintes estratégias de controle ou manejo devem ser aplicadas: aumentar a área de rotação com milho, arroz ou algodão; semear cultivares mais precoces, concentrando as sementeiras no início da época indicada para cada região; evitar a sementeira em várias épocas e cultivares tardias, pois a soja semeada mais tardiamente sofrerá mais dano por receber a carga maior de esporos; semear a soja com densidade de plantas que favoreça bom arejamento foliar para facilitar a penetração e a cobertura foliar pelos fungicidas e; aplicar fungicida ao aparecimento da primeira lesão (YORINORI, 2004; YORINORI et al., 2005).

A obtenção de cultivares de soja resistente à ferrugem asiática tem sido um desafio na pesquisa. No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno. Cultivar com resistência total e durável não se encontra indicada comercialmente sugerindo que o uso de fungicidas é a alternativa mais eficaz de controle desta doença. A remoção ou destruição de hospedeiros secundários e a sementeira antecipada de cultivares precoces são medidas de controle que propiciam redução do inóculo do patógeno e podem contribuir com o aumento da eficiência do controle via fungicidas. (GODOY et al., 2012; NAVARINI et al., 2007; ZAMBOLIM, 2006).

Há vários princípios ativos para o controle da ferrugem asiática, porém com custo alto. Observa-se também uma grande procura por produtos alternativos. O fosfito é um composto derivado do ácido fosforoso, que é considerado fertilizante. Esse produto tem a propriedade de estimular a formação de substâncias naturais de autodefesa da planta (fitoalexinas), protegendo-a do ataque de fungos, bem como apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre o fungo (MENEGHETTI et al., 2010; SILVA et al., 2013). Os fosfitos isolados ou em combinação com fungicidas podem auxiliar na redução da intensidade de doenças causadas por fungos parasitas obrigatórios ou facultativos em várias plantas

cultivadas (CARMONA; SAUTUA; 2011; DELIOPOULOS et al., 2010).

A nutrição das plantas é considerada como um fator ambiente que pode alterar a reação das plantas aos patógenos, influenciando o progresso da doença. O suprimento balanceado de nutrientes que favorece o crescimento normal das plantas é também considerado como relevante para seus processos de defesa. Neste contexto, os fosfitos podem ajudar na redução dos efeitos das doenças sobre as culturas (BALARDIN, 2006; GASPARIN et al., 2012).

Considerando tais informações, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a influência da aplicação de fungicidas isolados ou em combinação com fosfito de potássio recomendados para o controle da ferrugem asiática da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico, textura argilosa, situados em área de cultivo da fazenda Alvorada e Capão Grande no município de Cristalina-Go. Realizou-se a sementeira direta da cultivar de soja Emgopa 313 (ciclo tardio) no dia 13/12/2005, utilizando-se 15 sementes por metro e no outro experimento a cultivar Coodetec 219RR (ciclo médio) no dia 5/12/2005, utilizando-se 14 sementes por metro e espaçamento entre fileiras de 45 cm.

A análise do solo, na camada de 0 a 20 cm, apresentou as seguintes características químicas: (1) experimento da fazenda Alvorada (cv. Emgopa 313), pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,3; Al = 0,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg = 0,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; K = 29 mg dm<sup>-3</sup>; P = 1,0 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al = 5,3 cmolc dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 26 g /dm<sup>-3</sup> e saturação por bases = 5%; (2) experimento na fazenda Capão Grande (cv. Coodetec 219RR), pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,5; Al = 0,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca+Mg = 2,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; K = 95 mg dm<sup>-3</sup>; P = 8,7 mg dm<sup>-3</sup>; H + Al = 6,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 33 g dm<sup>-3</sup> e saturação por bases = 26%. A precipitação pluviométrica (mm) durante os experimentos foi: (1) na fazenda Alvorada (cv. Emgopa 313), 12/2005 - 617,5, 1/2006 - 325,5, 2/06 - 161,5, 3/06 - 377,0, 4/06 - 110,0; (2) na fazenda Capão Grande (cv. Coodetec 219RR), 12/2005 - 668,0, 1/2006 - 205,0, 2/06 - 370,0, 3/06 - 298,0, 4/06 - 162,0.

Os ensaios foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, com nove tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos aplicados foram os seguintes: (1) testemunha (aplicação de calda sem fungicidas ou fosfito); (2) uma aplicação do fosfito [1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Phytogard K, Stoller)] + óleo vegetal [0,5% v v<sup>-1</sup> - Natur 1 óleo, Stoller]; (3) duas aplicações do fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (0,5% v v<sup>-1</sup>); (4) duas aplicações do pyraclostrobin + epoxiconazole [66,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Ópera, Basf)]; (5) uma aplicação do pyra-

clostrobina + epoxiconazole (66,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e uma aplicação do fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (0,5% v/v); (6) duas aplicações do tiofanato metílico + flutriafol [300 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>] (Celeiro, Iharabras); (7) uma aplicação do tiofanato metílico + flutriafol (300 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 60 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e uma aplicação do fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (0,5% v/v); (8) duas aplicações do tebuconazole [100 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Triade, Bayer)]; (9) uma aplicação do tebuconazole (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e uma aplicação do fosfito (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (0,5% v v<sup>-1</sup>). As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal manual pressurizado com CO<sub>2</sub> (38 psi), munido de barra com quatro bicos leque a cada 50 cm com pontas 110 03 AD. O volume de aplicação de calda foi de 200 l ha<sup>-1</sup>. Durante as aplicações dos produtos a temperatura foi inferior a 32 °C e a umidade relativa do ar superior a 62%.

Nos dois experimentos a 1ª aplicação foi realizada ao aparecimento das primeiras pústulas da doença. No experimento com cultivar Emgopa 313 a 1ª aplicação foi estágio V8 e a 2ª aplicação em R2, no outro experimento com a cultivar Coodetec 219 RR a 1ª aplicação foi em R1 e a 2ª aplicação em R5.0. Ambos com uma testemunha sem qualquer aplicação de fungicida. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de soja com 6 m de comprimento.

As avaliações foram realizadas semanalmente a partir da primeira aplicação onde foram avaliadas 25 folhas ao acaso dentro de cada parcela útil no terço inferior para severidade. Foi utilizada escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja (GODOY et al., 2006). As avaliações de produtividade e massa de 1000 grãos foram realizadas após a colheita (18/4/2006), onde foram colhidas duas linhas centrais com 2m cada. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (P ≤ 5%). A análise de correlação (severidade X produtividade) foi efetuada através do Teste t (P = 1%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações do sétimo ao 28º dia após a primeira aplicação no experimento com a cultivar Emgopa 313 (Tabela 1) e do sétimo ao 21º dia após a primeira aplicação na cultivar Coodetec 219RR (Tabela 2), todos os produtos testados reduziram significativamente a severidade da ferrugem asiática. Neste mesmo período, nas duas cultivares, o tratamento com Fosfito-K apresentou AFA (% de área foliar afetada) significativamente inferior à testemu-

na (Tabelas 1 e 2), porém, significativamente superior ao tratamento com tebuconazole + Fosfito-K (Tabelas 1 e 2). Tófoli et al. (2012) em tomateiro destacaram o efeito aditivo do fosfito de K ao fungicida mancozebe na redução da severidade da requeima (*Phytophthora infestans*). Já, Santos et al (2011) relataram que fosfito isolado não reduziu a ferrugem (*Puccinia triticina*) do trigo.

Pyraclostrobin + epoxiconazole e Tiofanato metílico + flutriafol também significativamente reduziram a severidade da doença. Dal Pogetto et al. (2012) reportaram que a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole nos estádios V10 e R2 promoveu maior controle da ferrugem.

Godoy et al. (2007), relataram eficiência na redução da severidade da ferrugem asiática em soja com a aplicação isolada de tebuconazole em várias localidades de diferentes estados (GO, MS, PR e SP) produtores da cultura. Em adição, a redução na severidade da ferrugem pode estar relacionada com um suprimento de P e K pela aplicação de Fosfito-K, que pode aumentar a expressão das defesas nas plantas (GASPERIN et al, 2012).

Os fosfitos podem atuar diretamente ou indiretamente sobre a quantidade da doença. Diretamente quando os fosfitos inibem o desenvolvimento do patógeno e indiretamente quando induzem eles na planta a produção de substâncias (enzimas, fenóis e fitoalexinas) que atuarão contra o patógeno (CARMONA; SAUTUA, 2011). No presente estudo, os tratamentos com fosfito de potássio, reduziram significativamente a severidade da ferrugem em relação à testemunha, quando foram feitas uma ou duas aplicações, ou quando foi feita uma aplicação após a pulverização dos fungicidas pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole. Tal fato mostra que este fertilizante foliar tem efeito de redução sobre a severidade da doença. Silva et al. (2011) através da aplicação de fosfito de K em soja, não só reduziram significativamente a ferrugem, mas, também, o míldio (*Peronospora manshurica*).

A testemunha atingiu valores de AFA (% de área foliar afetada) superiores a 80% entre 57 (Tabela 1) e 63 dias (Tabela 3) na soja Emgopa-313 e entre 50 (Tabela 2) e 56 (Tabela 4) dias na soja Coodetec 219RR. Todavia, nos tratamentos com o tebuconazole com fosfito de potássio os valores de AFA foram inferiores a 25% (Tabelas 3 e 4).

Os tratamentos com fosfito de potássio (1192 g i.a. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 596 g i.a. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) + óleo vegetal (0,5% v v<sup>-1</sup>), reduziram a severidade da doença, mas pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol, tebuconazole, bem como, as combinações, pyraclostrobin + epoxiconazole + fosfito de K, tiofanato metílico + flutriafol + fosfito de K e tebuconazole + fosfito de K, reduziram ainda mais a severidade (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 1.** Severidade (% de área foliar afetada - % AFA) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (Emgopa-313) entre 7 e 57 dias após a primeira aplicação de fungicidas e fosfito de potássio. Experimento em Cristalina-GO, Fazenda Alvorada (2005/06).

Tratamento	Dias após a primeira aplicação dos produtos / % AFA						
	7	14	21	28	42 <sup>3</sup>	49	57
Testemunha	0,65a	1,43a	1,77a	3,55a	22,20a	43,60a	84,36a
Fosfito-K (FK) <sup>1</sup> + Óleo vegetal <sup>2</sup> (OV)	0,21b	0,54b	0,45b	2,54b	18,24b	35,68b	78,72b
(FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,16bc	0,42b	0,42b	2,26b	11,96c	24,92c	77,76b
Pyraclostrobin(P) + epoxiconazole (E)	0,08bc	0,04c	0,04c	0,08c	3,25d	2,40e	13,72c
(P) + (E) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,07c	0,04c	0,13c	0,09c	6,48d	16,52d	75,32b
Tiofanato metílico(TM)+ flutriafol(FL)	0,08bc	0,05c	0,20c	0,37c	5,99d	4,09e	15,32c
(TM) + (FL) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,12bc	0,07c	0,08c	0,16c	5,93d	14,80d	74,92b
Tebuconazole (TE)	0,10bc	0,08c	0,07c	0,10c	4,27d	3,58e	13,68c
(TE) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,07c	0,07c	0,09c	0,08c	6,76d	15,28d	75,84b
DMS (Tukey P ≤ 5%)	0,12	0,19	0,26	0,63	3,81	4,90	5,55
CV (%)	35,10	30,27	34,44	29,35	19,20	13,06	4,67

<sup>1</sup>Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O). <sup>2</sup>0,5% v/v com FK aplicado isolado. <sup>3</sup> 7 dias após a 2ª. aplicação dos produtos (A 1ª. Aplicação ocorreu com a soja no estágio V8 e a 2ª. no R2). \* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste de Tukey, P ≤ 5%).

**Tabela 2.** Severidade (% de área foliar afetada - % AFA) da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (Coodetec-219RR) entre 7 e 50 dias após a primeira aplicação de fungicidas e fosfito de potássio. Experimento em Cristalina-GO, Fazenda Capão Grande (2005/06).

Tratamento	Dias após a primeira aplicação dos produtos / % AFA					
	7	14	21	35 <sup>3</sup>	42	50
Testemunha	1,29a	2,48a	4,08a	27,64a	42,40a	81,52a
Fosfito-K (FK) <sup>1</sup> + Óleo vegetal <sup>2</sup> (OV)	0,36b	1,27b	2,70b	8,00b	27,64b	73,48b
(FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,36b	1,23b	2,27c	6,13bc	19,76c	75,52ab
Pyraclostrobin(P) + epoxiconazole(E)	0,07c	0,13c	0,05d	2,22e	2,98e	16,36c
(P) + (E) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,11c	0,18c	0,08d	4,86cd	10,90d	72,36b
Tiofanato metílico(TM) + flutriafol(FL)	0,10c	0,20c	0,04d	3,51de	3,92e	22,72c
(TM) + (FL) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,15c	0,30c	0,07d	4,63cd	15,40cd	77,80ab
Tebuconazole (TE)	0,10c	0,22c	0,08d	3,32de	4,44e	18,80c
(TE) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,15c	0,28c	0,08d	4,99cd	13,92cd	70,96b
DMS (Tukey P ≤ 5%)	0,15	0,28	0,41	2,13	6,35	7,63
CV (%)	24,13	19,39	18,68	14,00	19,25	6,41

<sup>1</sup>Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O). <sup>2</sup>0,5% v/v com FK aplicado isolado. <sup>3</sup> 7 dias após a segunda aplicação dos produtos (A 1ª. aplicação ocorreu com a soja no estágio R1 e a 2ª. no R5). \* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste de Tukey, P ≤ 5%).

**Tabela 3.** Severidade [% de área foliar afetada (AFA)] da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (Emgopa-313) aos 35 dias após a primeira aplicação (35 DAA1) e 28 dias após a segunda aplicação (28 DAA2) de fungicidas e fosfito de potássio, massa de 1000 grãos [M 1000 (g)], produtividade [P (kg ha<sup>-1</sup>)] e incremento de produtividade [IP (%)]. Experimento em Cristalina-GO, Fazenda Alvorada (2005/06).

Tratamento	AFA (%) <sup>3</sup> 35 DAA1	AFA (%) 28 DAA2	M 1000 (g)	P (kg/ha)	IP (%)
Testemunha	15,16a	87,38 a	87,31 b	1076,12b	--
Fosfito-K (FK) <sup>1</sup> + Óleo vegetal <sup>2</sup> (OV)	5,06 b	86,22 a	90,46 b	1347,69 b	20,15
(FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	4,18 b	86,02 a	92,11 b	1376,59 b	21,83
Pyraclostrobin(P) + epoxiconazole (E)	1,33 c	19,56 b	109,82 a	2326,71 a	53,75
(P) + (E) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,70 c	88,28 a	90,51 b	1415,31 b	23,96
Tiofanato metílico(TM) + flutriafol(FL)	1,28 c	19,44 b	107,04 a	2368,73 a	54,67
(TM) + (FL) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,88 c	86,92 a	95,01 b	1484,31 b	27,50
Tebuconazole (TE)	1,08 c	20,50 b	111,64 a	2229,14 a	51,72
(TE) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	0,65 c	88,60 a	88,70 b	1180,91 b	8,87
CV (%)	26,04	2,97	4,25	13,52	-

<sup>1</sup>Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O). <sup>2</sup>0,5% v/v com FK aplicado isolado. <sup>3</sup>A 1ª aplicação ocorreu com a soja no estágio V8 e a 2ª. no R2. \* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste de Tukey, P ≤ 5%).

**Tabela 4.** Severidade [% de área foliar afetada (AFA)] da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (Coodetec-219RR) aos 28 dias após a primeira aplicação (28 DAA1) e 28 dias após a segunda aplicação (28 DAA2) de fungicidas e fosfito de potássio, massa de 1000 grãos [M 1000 (g)], produtividade [P (kg ha<sup>-1</sup>)] e incremento de produtividade [IP (%)]. Experimento em Cristalina-GO, Fazenda Capão Grande (2005/06).

Tratamento	AFA (%) <sup>3</sup> 28 DAA1	AFA (%) 28 DAA2	M 1000 (g)	P (kg ha <sup>-1</sup> )	IP (%)
Testemunha	6,73 a	87,72 a	113,12 b	2304,13b	--
Fosfito-K (FK) <sup>1</sup> + Óleo vegetal <sup>2</sup> (OV)	4,40 b	84,44 ab	114,67 b	2321,13 b	0,73
(FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	4,93 b	82,68 b	111,61 b	2387,65 b	3,50
Pyraclostrobin(P) + epoxiconazole(E)	1,72 c	22,92 c	123,30 a	3377,21 a	31,77
(P) + (E) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	1,40 c	82,16 b	117,71 ab	2502,28 b	7,92
Tiofanato metílico(TM) + flutriafol(FL)	2,02 c	23,96 c	125,61 a	3455,50 a	33,32
(TM) + (FL) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	1,63 c	82,48 b	113,38 b	2578,33 b	10,63
Tebuconazole (TE)	1,96 c	24,52 c	124,63 a	3585,70 a	35,74
(TE) + (FK) <sup>1</sup> / (FK) <sup>1</sup> + (OV) <sup>2</sup>	1,88 c	82,36 b	111,33 b	2636,08 b	8,74
CV (%)	24,20	2,62	8,47	8,21	-

<sup>1</sup>Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O). <sup>2</sup>0,5% v/v com FK aplicado isolado. <sup>3</sup>A 1ª aplicação ocorreu com a soja no estágio R1 e a 2ª. no R5). \* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste de Tukey, P ≤ 5%).

Na avaliação final ao 28º dia após a segunda aplicação no experimento com a cultivar Emgopa 313 (Tabela 3) os tratamentos que apresentaram valores significativamente inferiores de severidade da ferrugem asiática em relação à testemunha (87,38% de severidade = área foliar afetada) foram: pyraclostrobin + epoxiconazole (19,56% de severidade), tiofanato metílico + flutriafol (19,44%) e tebuconazole (20,50%).

Na avaliação final ao 28º dia após a segunda aplicação no experimento com a cultivar Coodetec 219RR (Tabela 4) os tratamentos que reduziram a severidade da ferrugem asiática em relação à testemunha (87,72%) foram: pyraclostrobin + epoxiconazole (22,92%), tiofanato metílico + flutriafol (23,96%) e tebuconazole (24,52%). Em ambos os experimentos a produtividade e a massa de 1000 grãos foram significativamente mais elevados para tratamentos com pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole (Tabelas 3 e 4).

Embora, quanto a produtividade, os tratamentos com fosfito de potássio não difiram significativamente da testemunha, tais tratamentos, apresentaram um ganho percentual na produtividade de 20,15% quando aplicados uma vez, 21,83% quando aplicados duas vezes e de 8,87% a 27,50% quando foram aplicados após os fungicidas tardonais no experimento com a cv. Emgopa 313 (Tabela 3). Para a cv. Coodetec 219RR (Tabela 4) os valores foram: 0,73% quando aplicados uma vez, 3,50% aplicados duas vezes e de 7,92% a 10,63% quando foram aplicados após os fungicidas.

Nas análises de correlação entre severidade da doença e produtividade, para todas as avaliações, houve uma correlação significativamente negativa, tanto no experimento com a cv. Emgopa 313 (Tabela 5), quanto no experimento com a cv. Coodetec 219RR (Tabela 6), indicando que, quanto maior a severidade da ferrugem asiática menor será a produtividade.

**Tabela 5.** Matriz de correlação de Pearson entre severidade de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da cultivar Emgopa-313 (ciclo tardio) em avaliações efetuadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias, após a primeira aplicação e aos 7, 14, 22 e 28 dias, após a segunda aplicação de fungicidas e fosfito de potássio. Cristalina-GO (2005/06).

Produtividade x severidade	Dias após a primeira aplicação				
	7	14	21	28	35
	- 0,41**	- 0,50 **	- 0,45 **	- 0,50 **	- 0,44 **
Produtividade x severidade	Dias após a segunda aplicação				
	7	14	22	28	35
	- 0,59 **	- 0,76 **	- 0,91 **	- 0,90 **	-

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste t.

**Tabela 6.** Matriz de correlação de Pearson entre severidade de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da cultivar Coodetec 219RR (ciclo médio) em avaliações efetuadas aos 7, 14, 21 e 28 dias, após a primeira aplicação e aos 7, 14, 22 e 28 dias, após a segunda aplicação de fungicidas e fosfito de potássio. Cristalina-GO (2005/06).

Produtividade x severidade	Dias após a primeira aplicação			
	7	14	21	28
	- 0,46 **	- 0,56 **	- 0,58 **	- 0,49 **
Produtividade x severidade	Dias após a segunda aplicação			
	7	14	22	28
	- 0,46 **	- 0,71 **	- 0,89 **	- 0,90 **

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste t.

Embora os tratamentos com fosfito de potássio tenham sido capazes de reduzir a severidade da doença, não induziram diferenças estatisticamente significativas de produtividade e da massa de 1000 grãos em relação à testemunha. Nestes tratamentos com fosfito a doença progrediu de forma mais lenta (Figura 1), mas estava presente nas folhas e causou amarelecimento e desfolha. Esses fatores podem ter reduzido a taxa fotossintética ocasionando uma redução no enchimento de vagens e número de vagens por planta e na massa dos grãos, podendo ter causado uma redução na produtividade. Sobre o assunto, YANG et al. (1991) relataram que plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens e o peso final dos grãos. Segundo Förster et al. (1997), uma das razões da ineficácia do fosfito K no ganho em produtividade, é que produtos a base de ácido fosforoso, não são boas fontes de P. De acordo com McDonald et al. (2001) o ácido fosforoso parece não estar envolvido em todas as fases do metabolismo do fósforo, e tem pequeno ou nenhum efeito na produtividade das culturas, e, possivelmente, os fosfitos não tenham efeitos nutricionais suficientes para aumentar a produtividade das culturas. Além disso, Araújo et

al. (2013) relataram que o fosfito K não é capaz de substituir o fosfato na nutrição fosfatada do feijoeiro, tendo efeito nulo sobre o feijoeiro sob adequada disponibilidade de fosfato. Ainda, os mesmos autores, informaram que na ausência ou baixa disponibilidade de fosfato, ocorre toxicidade acentuada de fosfito no feijoeiro que se apresentou muito sensível a esse ânion.

Soares et al. (2004) observaram redução na severidade da ferrugem asiática quando foram aplicados pyraclostrobin + epoxiconazole e tebuconazole. Segundo estes autores, tais tratamentos incitaram um ganho de produtividade de 23,7% e 16,3%, respectivamente. No presente estudo, os tratamentos com pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole, diferenciaram-se significativamente da testemunha quanto à severidade, produtividade e massa de 1000 grãos, mas foram estatisticamente idênticos entre si, mostrando que esses produtos igualmente reduzem a severidade da doença. Também no presente trabalho, os ganhos de produtividade foram maiores do que os apresentados por Soares et al. (2004), onde, os tratamentos com pyraclostrobin + epoxiconazole proporcionaram acréscimos de 31,3% a 53,7% de produtividade em

relação à testemunha. No entanto, os tratamentos com tiofanato metílico + flutriafol incrementaram de 32,8% a 54,6% e o tratamento com tebuconazole entre 35,3% e 51,7%.

As duas aplicações de fungicidas tradicionais reduziram a severidade da ferrugem, ocasionando uma menor perda no enchimento de grãos e no número de vagens por planta, portanto assim, reduzindo o amarelecimento e a desfolha, o que pode ter proporcionado um aumento mais expressivo na produtividade e na massa de 1000 grãos. A explicação para isso pode estar no fato de que um dos principais componentes de rendimento afetados pela ferrugem é o tamanho do grão (COSTAMILAN et al., 2002).

Nos dois experimentos, os tratamentos com fosfito de potássio e com os fungicidas reduziram a severidade da ferrugem asiática, mas as misturas pyraclostrobin+epoxiconazole, tiofanato metílico+flutriafol e o tebuconazole destacaram-se ainda mais na redução da severidade da ferrugem asiática e contribuíram para o ganho de produtividade da soja. Para aplicações em conjunto com fungicidas tradicionais e fosfito, pode-se obter entre 8 e 27% de incremento em produtividade. Aplicações isoladas dos fosfitos induzem um incremento não significativo de produtividade menor e mais variável, entre 0,7 e 3,5% na cv. Coodetec-219RR e entre 20 e 22% na cv. Emgopa-313, quando comparadas aos resultados obtidos com os fungicidas tradicionais.

## CONCLUSÕES

O fosfito de potássio reduziu a severidade da ferrugem asiática com uma ou duas aplicações e quando aplicado após a pulverização dos fungicidas pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole. Os tratamentos mais eficazes na redução da ferrugem asiática foram os fungicidas tradicionais: pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole. A aplicação de tais fungicidas (pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole) resultou no aumento da produtividade e da massa de 1000 grãos. Fosfito-K aplicado isoladamente ou em associação com fungicida não incrementou significativamente a produtividade e a massa de 1000 grãos.

## REFERÊNCIAS

CARMONA, M.; SAUTUA, F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas extensivas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 19-22. nov./dez., 2011.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada por ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27,

supl., p. S100, 2002.

DAL POGETTO, M.H.F.A. et al. Asian soybean rust control and soybean yield after pyraclostrobin + epoxiconazole spraying in different phenological growth stages. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.3, p.248-250, 2012.

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P.S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. **Crop Protection**, v. 29, p. 1059-1075, 2010.

GASPERIN, T.F.; VIECELLI, C.A.; MOREIRA, G.C. Aplicação foliar de molibdênio e fosfito de potássio na incidência da ferrugem asiática da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.5, n.1, p.30-37, 2012.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 63-68. 2006.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 42). 8 p.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2011/12: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 93). 8 p.

MENEGHETTI, R.C. et al. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 823-829, jul./ago., 2010.

NAVARINI, L. et al. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

ONO, Y.; BURITICA, P.; HENNEN, J. F. Delimitation of *Phakopsora Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological research**, v. 96, n. 10, p.825-850. 1992.

SCHNEIDER, R. W. et al. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. **Plant Disease**, v.89, n. 7, p.774. 2005.

SILVA, O.C. et al. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metílico associados a fungicidas para o controle de

doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v.38, n.1, p. 72-77. 2013.

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247. 2004.

TÖFOLI J.G.; MELLO, S.C.; DOMINGUES R.J. ; GARCIA JUNIOR, O. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.9, p. 201-208, abr./jun., 2012.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. In; ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV. 2006. p.73-98.

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja. 36 p. 2004. (Documentos, 247).

YORINORI, J. T. et al. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, v.89, n. 6, p.675-677. 2005.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja. 26p. 2004. (Documentos, 236)