

Fosfito e silicato de potássio no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd)

Gustavo Migliorini de Oliveira¹, Diego Dionizio Pereira¹, Lênio Cesar Moraes de Camargo¹, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab¹

¹ Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Campus Universitário, CEP 86051-970, Londrina-PR, Brasil. Caixa Postal 6001. E-mail: gmigliorini@hotmail.com; diego_dionizio_@hotmail.com; lenio_cmc@hotmail.com; abisaab@uel.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do fosfito e silicato de potássio, isoladamente ou associados com fungicida, no controle da ferrugem asiática da soja. A cultivar utilizada foi CD 214RR, espaçamento entre linhas de 0,5 m e 15 plantas por metro linear. Utilizou-se o coletor de esporos Siga, com o intuito de detectar esporos da ferrugem no ar, antes da efetiva infecção nas plantas, realizando-se assim, aplicações preventivas dos produtos testados. O delineamento experimental foi o casualizado em blocos com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: fungicida; fungicida + fosfito de potássio; fungicida + silicato de potássio; fungicida + fosfito de potássio + silicato de potássio; fosfito de potássio; silicato de potássio; fosfito de potássio + silicato de potássio e testemunha sem aplicação. A dose utilizada do fungicida foi de 0,3 L ha⁻¹ (ciproconazol + azoxistrobina), e a dose do fosfito e silicato de potássio foi de 2 L ha⁻¹. O coletor de esporos Siga detectou esporos de *Phakopsora pachyrhizi* no ar, antes da manifestação dos sintomas. As aplicações dos produtos foram realizadas três dias após a detecção dos esporos. Evidenciou-se que o uso de fungicida promoveu redução significativa na severidade da ferrugem, na taxa aparente de infecção da ferrugem, na desfolha e nas perdas de produtividade, independentemente da associação com fosfito e/ou silicato de potássio. A associação de fosfito e silicato de potássio reduziu a severidade no final do desenvolvimento da cultura em relação à testemunha sem controle não, proporcionando, contudo, redução nas perdas de produtividade.

Palavras-chave: coletor de esporos, indução de resistência, momento de aplicação, sinergia

Potassium phosphite and potassium silicate in the control of asian soybean rust (Phakopsora pachyrhizi Syd. & P. Syd)

ABSTRACT

The aim of this paper was to study the effect of potassium phosphite and potassium silicate, alone or in combination with fungicide, for the control of asian soybean rust. The cultivar CD 214RR was used, with 0.5 m row spacing and 15 plants per linear meter. It was used the spore trap Siga to detect the rust spores in the air before the effective infection on the plants, doing preventive applications for the products that were tested. The experimental design was in randomized block with eight treatments and four replications. The treatments were: fungicide; fungicide + potassium phosphite; fungicide + potassium silicate; fungicide + potassium phosphite + potassium silicate; potassium phosphite; potassium silicate; potassium phosphite + potassium silicate; and untreated control. The dosage of the fungicide was 0.3 L ha⁻¹ (cyproconazol + azoxistrobin), and the dosage of phosphite and silicate of potassium was 2 L ha⁻¹. The spore trap Siga detects spores of *Phakopsora pachyrhizi* in the air before the symptoms. Applications of the products were made three days after the detection of the spores. It was verified that the use of fungicide reduced the severity of the disease, the apparent infection rate of the asian soybean rust, the defoliation and productivity losses, independently of the association with potassium phosphite and/or potassium silicate. The association of potassium phosphite and potassium silicate reduced the rust severity at the end of the development of the soybean crop, in relation to the untreated control, not providing, however, reduction on the losses of productivity.

Key words: spore trap, induction of resistance, timing of application, synergism

Introdução

No âmbito epidemiológico, a cultura da soja é uma das mais estudadas, uma vez que é atacada por diferentes organismos fitopatogênicos, dentre os quais, a ferrugem asiática da soja (agente casual *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd) merece destaque em função das recorrentes ocorrências epidêmicas nos últimos anos, o que ocasionou perdas significativas de produtividade.

A ferrugem, causada por um parasita obrigatório, tem seu controle realizado basicamente pela aplicação de fungicida, mesmo em cultivares classificadas como resistentes/tolerantes devido à possibilidade de quebra de resistência. A eficácia de controle por meio da aplicação de fungicidas está atrelada, concomitantemente, ao momento biológico de controle, tecnologia de aplicação e ao produto utilizado. Atualmente, os produtos que têm, em sua constituição, a mistura de triazóis e estrobilurinas - diferentes grupos químicos - vêm apresentando melhores níveis de controle do que quando aplicados isoladamente (Lenz et al., 2011), em virtude da resistência do patógeno ao grupo químico dos triazóis.

A partir desta problemática, o uso de produtos denominados indutores de resistência em plantas pode ser utilizado como método alternativo de manejo da doença. Tais produtos têm a capacidade de ativar mecanismos de defesa inerentes à planta, podendo expressar repostas morfológicas, fisiológicas e/ou bioquímicas que limitam a atividade do patógeno em seus tecidos.

O acibenzolar-S-metil, por exemplo, é um produto relevante que pode ser utilizado nos programas de controle químico de doenças de plantas promovendo melhoria na eficiência de controle. Este produto tem a capacidade de aumentar a atividade das enzimas quitinases e β -1,3-glucanases presentes nas plantas, enzimas essas passíveis de influenciar no controle de doenças, conforme observado por Pereira et al. (2009b) para a ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*).

Outros produtos capazes de induzir resistência, são os fosfitos (H_3PO_3) (Dianese & Blum, 2010) e os silicatos (fonte de Si) (Pereira et al., 2009a,b; Cruz et al., 2013). Além de atuarem na função de ativador bioquímico de enzimas de defesa dos vegetais (quitinases, β -1,3-glucanases, peroxidases, polifenoloxidasas, lipoxigenases e fenilalanina amônia-liases), eles possibilitam uma ação tóxica contra determinadas espécies de fungos (Gomes et al., 2011) e efeito na integridade da parede celular dos vegetais que dificulta a infecção de fitopatógenos (Bowen et al., 1992), respectivamente.

Na literatura, por exemplo, a eficácia de controle com o uso do fosfito de potássio é observada para o mildio da videira, agente causal *Plasmopara viticola* (Peruch et al., 2007), mancha foliar em macieira, *Colletotrichum gloeosporioides* (Araujo et al., 2008), mildio da soja, *Peronospora manshurica* (Silva, 2011). Da mesma forma, resultados promissores com silicato de potássio, como fonte de silício, são evidenciados por Carré-Missio et al. (2010) para mancha de pestalotia (agente causal *Pestalotia longisetula*) no morangueiro, por Pereira et al. (2009b) para a ferrugem do café (agente causal *Hemiléia vastatrix*) e por Pereira et al. (2009a) para a ferrugem da soja.

Mencionados produtos promovem repostas bioquímicas relativamente rápidas e de duração limitada nas plantas, após

as aplicações. Neste sentido, sua utilização pode trazer boas perspectivas no manejo fitossanitário, desde que aplicados em momento oportuno, ou seja, no início das primeiras infecções das doenças nas plantas. Partindo-se do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do fosfito e do silicato de potássio, isoladamente ou associado com fungicida, no controle da ferrugem da soja, com auxílio do coletor de esporos Siga.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina (23°20'30''S 51°12'35''O), altitude aproximada de 560 m, na safra de 2009/10. A classificação climática do local, segundo Köppen, é do tipo Cfa (verão quente e chuvoso), com precipitação média anual de 1600 mm. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico (Embrapa, 1999).

A cultivar utilizada foi a CD 214RR, semeada em 23 de outubro de 2009 em sistema de semeadura direta, tendo 200 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (NPK) como adubação, no momento da semeadura. O espaçamento entre linhas foi de 0,5 m apresentando em torno de 15 plantas por metro linear após a emergência da cultura.

Como a ferrugem asiática da soja tem sua disseminação realizada principalmente pela ação do vento, utilizou-se o coletor de esporos Siga (Gardiano et al., 2010) com o objetivo de capturar esporos de *Phakopsora pachyrhizi* presentes no ar antes da efetiva infecção nas plantas de soja, auxiliando assim, na correta identificação dos primeiros sintomas da doença no campo e na tomada de decisão para a aplicação dos produtos testados preventivamente. Neste coletor foram fixadas lâminas de microscopia com fita adesiva transparente de face dupla para aderência dos esporos presentes no ar, que foram analisados posteriormente a cada três dias, por meio da observação em microscópio óptico.

O delineamento experimental foi o casualizado em blocos com oito tratamentos e quatro repetições, tendo cada parcela uma área útil de 24 m² (3 x 8 metros). Os tratamentos estudados se referem à aplicação, associada ou não, de fungicida (ciproconazol + azoxistrobina), fosfito de potássio (25% de K₂O + 35% de P₂O₅ p/v) e silicato de potássio (23,7% de K₂O + 10% de Si p/v). A dose empregada de fungicida foi de 0,3 L ha⁻¹, enquanto que para o fosfito de potássio e silicato de potássio a dose foi de 2 L ha⁻¹. Os tratamentos foram: 1) fungicida; 2) fungicida + fosfito de potássio; 3) fungicida + silicato de potássio; 4) fungicida + fosfito de potássio + silicato de potássio; 5) fosfito de potássio; 6) silicato de potássio; 7) fosfito de potássio + silicato de potássio e 8) testemunha sem aplicação.

As aplicações de cada tratamento se iniciaram no estágio fenológico R3 (início da formação das vagens) - logo após a detecção dos esporos da ferrugem no coletor de esporos. Foram três as aplicações para cada tratamento, com intervalo aproximado entre aplicações de aproximadamente 15 dias. As aplicações foram efetuadas por meio de equipamento costal pressurizado com CO₂, na velocidade de 3,6 km h⁻¹, utilizando-se a ponta de pulverização XR 11002, jato plano comum, na pressão de trabalho de 200 kPa, que gerou uma

taxa de aplicação de 216 L ha⁻¹ e gotas classificadas como finas, segundo o fabricante da ponta de pulverização.

As percentagens de severidade da ferrugem asiática foram avaliadas em 30 plantas amostradas aleatoriamente por parcela, com auxílio da escala diagramática de Godoy et al. (2006), e partir de tais dados foram calculadas a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a taxa aparente de infecção (r) da epidemia. A taxa aparente de infecção foi baseada no modelo epidemiológico logístico (Bergamim Filho & Amorim, 1995), por considerar que este modelo é o que melhor se ajusta à epidemia da ferrugem quando se consideram dados de severidade da doença (Tsukahara et al., 2008; Mesquini et al., 2011). Foram avaliadas, ainda, as estimativas da produtividade (kg ha⁻¹) e o peso de mil grãos (g), a 13% de umidade, obtidos em 15 m² na ocasião da colheita dos grãos das parcelas. Os dados foram submetidos às análises de homogeneidade de variância (Teste de Bartlett) e de normalidade (teste de Lilliefors). Como os dados apresentaram variâncias homogêneas e com distribuição normal, as variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância complementadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e Discussão

A primeira aplicação dos tratamentos foi efetuada no dia 14 de janeiro, três dias após a detecção da presença de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* no ar pelo coletor de esporos Siga. A manifestação dos primeiros sintomas da ferrugem, por sua vez, foi verificada no dia 19 de janeiro, oito dias após a detecção desses esporos, possivelmente em decorrência dos períodos consecutivos de precipitação que proporcionam a deposição dos esporos presentes no ar sob a superfície vegetal aliado ainda ao molhamento foliar ocasionado pela precipitação pluviométrica (Figura 1).

Este fato demonstrou a efetividade do coletor de esporos como ferramenta para a previsão da ferrugem asiática da soja,

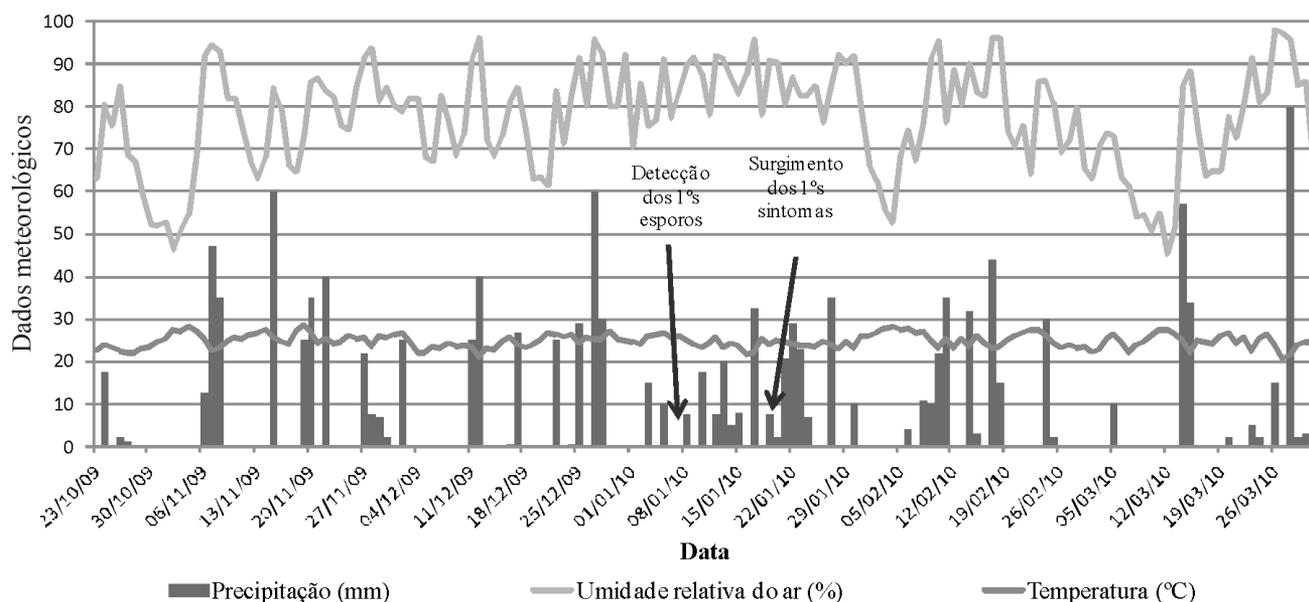
conforme relatado por Gardiano et al. (2010). Constatou-se, ainda, a ocorrência de traços de mildio (agente causal *Peronospora manshurica*) e de crestamento foliar (agente causal *Cercospora kikuchii*) na cultura, porém próximo ao estágio de maturação, sendo o coletor também efetivo na captura dos esporos dessas doenças antes da manifestação sintomática. Todas as aplicações foram efetuadas em condições classificadas adequadas, conforme Ramos & Pio (2008). A caracterização meteorológica de cada aplicação pode ser observada na Tabela 1.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, desde as variáveis relativas aos níveis de severidade da ferrugem da soja, AACPD, taxa aparente de infecção e aspectos relativos ao rendimento da cultura. Os tratamentos que não receberam aplicação de fungicida sempre tiveram maiores níveis de severidade, semelhantes à testemunha sem controle. Contudo, é possível notar, dentre esses tratamentos, que a aplicação de fosfito de potássio, associado ao silicato de potássio, sem a adição de fungicida, apresentou menor nível de severidade nas duas últimas avaliações do que a testemunha sem controle e os mesmos produtos aplicados isoladamente (Tabela 2).

No tocante à AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença) e à taxa aparente de infecção (r) da epidemia, evidenciam-se diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3). Os resultados demonstram que o uso de fungicida promoveu redução significativa tanto no desenvolvimento acumulado da ferrugem asiática da soja (AACPD), como na

Tabela 1. Estádio fenológico da cultura, data, horário, temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR%) e velocidade do vento (km h⁻¹) durante as aplicações dos tratamentos estudados

Aplicações	Data e horário	Temp. °C	UR %	Vento
1ª Aplicação (estádio R3)	14/1 - 09 h	25° C	62%	3,9 km h ⁻¹
2ª Aplicação (estádio R5.2)	30/1 - 10 h	29° C	67%	4,9 km h ⁻¹
3ª Aplicação (estádio R5.3-4)	15/2 - 10 h	30° C	59%	4,5 km h ⁻¹



Fonte: Instituto Agronômico do Paraná e Universidade Estadual de Londrina

Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C) ocorridos em Londrina-PR, safra 2009-10

Tabela 2. Porcentagem de severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) entre os tratamentos estudados

Tratamentos	21/jan	28/jan	08/fev	16/fev	21/fev
Fungicida	0,2 b	0,5 a	0,4 b	0,9 c	2,8 c
Fungicida + Fosfito de potássio	0,2 ab	0,2 a	0,6 b	1,0 c	2,6 c
Fungicida + Silicato de potássio	0,2 ab	0,4 a	0,7 b	1,3 c	2,4 c
Fungicida + Fosfito de potássio + Silicato de potássio	0,2 ab	0,2 a	0,7 b	1,4 c	3,2 c
Fosfito de potássio	0,4 ab	0,9 a	6,2 a	14,3 a	29,6 a
Silicato de potássio	0,4 ab	2,2 a	7,2 a	14,8 a	30,6 a
Fosfito de potássio + Silicato de potássio	0,3 ab	2,0 a	8,4 a	9,95 b	25,9 b
Testemunha sem controle	0,5 a	1,2 a	7,7 a	16,9 a	29,7 a
C.V. (%)	42,5	131,0	69,2	52,3	29,4

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

taxa aparente de infecção, independentemente da associação com fosfito e/ou silicato de potássio. Embora não tenha sido possível verificar efeito algum do uso de fosfito e/ou silicato de potássio, aplicados conjuntamente ou não, com fungicida, para essas variáveis. A desfolha da cultura, por sua vez, teve comportamento diretamente ligado com o desenvolvimento acumulado da ferrugem da soja (AACPD), apresentando maiores índices de desfolha, estágio R7 (início da maturação das vagens), nos tratamentos que não receberam aplicação de fungicida (Tabela 3). Esses tratamentos obtiveram em torno de 50 a 60% de desfolha enquanto os tratamentos que receberam fungicidas tiveram em torno de 25%. Da mesma forma que para as variáveis AACPD e taxa aparente de infecção, não foi possível verificar nenhum efeito do fosfito e/ou silicato de potássio, aplicados conjuntamente ou não com fungicida, quanto ao percentual de desfolha.

Com relação aos parâmetros de rendimento da cultura, produtividade (kg ha⁻¹) e peso de mil grãos (g), é possível verificar diferença estatística apenas entre os tratamentos para a variável produtividade (Tabela 4). Os tratamentos que continham fungicida na calda de pulverização obtiveram menores níveis de perdas ocasionadas pela doença - maiores índices de produtividade - independentemente da associação com fosfito de potássio e/ou silicato de potássio.

Na literatura, a eficácia dos fosfitos está relacionada sobretudo contra os fungos do grupo dos oomicetos (Silva, 2011; Dianese & Blum, 2010; Peruch et al., 2007), devido principalmente à sua ação fungistática sobre este grupo. Porém, sua utilização frente a outros grupos de patógenos nem sempre é observada de forma contundente, especialmente em relação aos parasitas classificados como biotróficos. Gomes et al. (2011), por exemplo, encontraram, estudando o uso do fosfito de potássio no cultivo da videira, resultados positivos, similares aos fungicidas, no controle do míldio (*Plasmopara viticola*), sem evidenciar, por sua vez, a mesma eficácia para com a ferrugem (*Phakopsora euvtis*). Da mesma forma, para a cultura da soja

Tabela 3. Área abaixo da curva de progresso (AACPD), taxa aparente de infecção (r) e porcentagem de desfolha em função da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) entre os tratamentos estudados

Tratamentos	AACPD	Taxa aparente de infecção (r)	Desfolha (%)
Fungicida	25,75 b	0,071 b	25,00 b
Fungicida + Fosfito de potássio	24,51 b	0,062 b	22,50 b
Fungicida + Silicato de potássio	28,58 b	0,064 b	22,50 b
Fungicida + Fosfito de potássio + Silicato de potássio	30,01 b	0,069 b	23,75 b
Fosfito de potássio	258,15 a	0,120 a	51,25 a
Silicato de potássio	281,10 a	0,122 a	58,75 a
Fosfito de potássio + Silicato de potássio	238,45 a	0,126 a	60,00 a
Testemunha sem controle	288,84 a	0,114 a	61,25 a
C.V. (%)	33,1	15,06	18,6

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produtividade (kg ha⁻¹) e peso de mil grãos (g) da soja entre os tratamentos estudados

Tratamento	kg ha ⁻¹	1000 grãos (g)
Fungicida	2111,61 a	139,68 a
Fungicida + Fosfito de potássio	2154,54 a	145,53 a
Fungicida + Silicato de potássio	1976,30 ab	144,63 a
Fungicida + Fosfito de potássio + Silicato de potássio	2185,10 a	150,08 a
Fosfito de potássio	1388,53 bc	120,71 a
Silicato de potássio	1311,91 c	122,59 a
Fosfito de potássio + Silicato de potássio	1389,77 bc	126,38 a
Testemunha sem controle	1313,18 c	120,42 a
C.V. (%)	16,10	12,90

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Silva (2011) verificou redução linear da severidade do míldio (*Peronospora manshurica*) com o aumento da dose de fosfito de potássio, sem evidenciar, em contrapartida, qualquer efeito sobre o oídio (*Microsphaera diffusa*) e a ferrugem da asiática da soja. Meneghetti et al. (2010) também não evidenciaram, ao estudar a efetividade de ativação de defesa contra a ferrugem asiática por meio da utilização de fosfito de potássio, em diferentes cultivares de soja e épocas de inoculação do patógeno nas plantas, influência do produto.

Todavia, Neves & Blum (2014) encontraram, estudando o mesmo produto no controle da ferrugem asiática, resultados promissores no controle da doença no início de seu desenvolvimento na cultura sem resultar, contudo, em controle significativo quando a cultura se aproxima do estágio de maturação, resultado este relativamente contrário ao evidenciado neste trabalho haja vista que foi verificada redução nos níveis de severidade da ferrugem no final do desenvolvimento da cultura, quando se utilizou fosfito e silicato de potássio, conjuntamente.

No tocante ao uso de silicatos como fonte de silício, a eficácia é verificada, por exemplo, no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em feijoeiro (Moraes et al. (2006) e *Cercospora coffeicola* do cafeeiro (Reis et al., 2008), mas para a ferrugem asiática da soja seu efeito é controverso.

Duarte et al. (2009), por exemplo, não evidenciaram efeito algum do uso de silicato de potássio no controle da ferrugem asiática da soja, diferentemente de outro indutor de resistência denominado acibenzolar-S-metil que apresentou controle similar aos fungicidas. Já Pereira et al. (2009a) encontraram redução nos níveis de severidade com a aplicação de silicatos de potássio sem, no entanto, verificar aumento da atividade das enzimas de defesa (quitinases, β -1,3-glucanases, peroxidases, polifenoloxidasas, lipoxigenases e fenilalanina amônia-liases), diferentemente de Cruz et al. (2013), que verificaram redução nos níveis de severidade e aumento na atividade das enzimas quitinases, β -1,3-glucanases e fenilalanina amônia-liases.

A redução nos níveis de severidade poderia estar atrelada ainda ao aumento da lignina nas folhas de soja, que apresenta correlação direta com a redução no número de pústulas da ferrugem, quando se utilizam fontes de silício em solução nutritiva para a cultura (Cruz et al., 2012). Estes últimos autores encontraram maiores teores de clorofila b, carotenoides, fatores esses considerados por ele como envolvidos na redução do desenvolvimento da doença.

Bowen et al. (1992) relatam que a absorção de silicato pelas raízes promove uma barreira física formada pela sua polimerização na superfície foliar, o que poderia dificultar a adesão dos esporos dos fitopatógenos além, ainda, da deposição dentro da folha que também poderia dificultar na penetração do patógeno nos tecidos da planta.

Embora não tenha sido possível evidenciar respostas contundentes quanto ao uso de fosfito e silicato de potássio, isoladamente ou associado com fungicidas, mesmo em aplicações preventivas (antes dos primeiros sintomas), verificou-se redução nos níveis finais de severidade quando da aplicação conjunta de fosfito e silicato de potássio sem adição de fungicida. Esta sinergia traz a prerrogativa da necessidade de novos estudos, que podem e devem ser realizados a fim de fornecer maiores subsídios para o real entendimento dos efeitos da aplicação desses produtos no manejo da doença, considerando ainda aspectos relativos aos níveis de fósforo e silício no solo. Todavia, é salutar mencionar que a ativação dos mecanismos de defesa inerentes às plantas pode resultar em um custo fisiológico reduzindo a produtividade em razão do desvio de energia para essas eventuais respostas fisiológicas relativas à resistência induzida (Iriti & Faoro, 2003; Gomes et al., 2011), o que pode não traduzir necessariamente em benefícios quando se consideram as perdas ocasionadas pelas doenças.

Conclusões

A utilização de fosfito ou silicato de potássio, associado ou não com fungicida, não reduziu as perdas ocasionadas pela ferrugem asiática da soja, mesmo em aplicações preventivas (antes da manifestação dos sintomas iniciais); contudo, ocorreu redução nos níveis de severidade da doença nos estádios finais da cultura quando da aplicação apenas de fosfito e silicato de potássio associados.

A associação de fosfito e silicato de potássio com fungicida não incrementou os níveis de controle da ferrugem, sendo que aplicações que tiveram o uso de fungicida foram eficientes no controle da ferrugem.

O coletor de esporos Siga mostrou-se efetivo como ferramenta para a previsão da ocorrência da ferrugem asiática da soja, por auxiliar na coleta e identificação dos primeiros esporos no ar, antes da manifestação dos primeiros sintomas da doença no campo.

Literatura Citada

- Araujo, L.; Stadnik, M.J.; Borsato, L.C.; Valdebenito-Sanhueza, R.M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. *Tropical Plant Pathology*, v.33, n.2, p.148-152, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762008000200009>>.
- Bergamim Filho, A.; Amorim, L. Curvas de progresso da doença. In: Bergamim Filho, A. (Org.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, p.602-626.
- Bowen, P.; Menzies, J.; Ehret, D. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *Journal American Society Horticulture science*, v.117, n.6, p.906-912, 1992. < <http://journal.ashspublications.org/content/117/6/906.full.pdf>>. 02 Mai. 2014.
- Carré-Missio, V.; Rodrigues, F.A.; Schurt, D.A.; Rezende, D.C.; Ribeiro, N.B.; Zambolim, L. Aplicação foliar de silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas na redução da mancha de *Pestalotia* em morango. *Tropical Plant Pathology*, v.35, n.3, p.182-185, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762010000300008>>.
- Cruz, M.F.A.; Rodrigues, F.A.; Polanco, L.R. Curvelo, C.R.S.; Nascimento, K.J.T.; Moreira, M.A.; Barros, E.G. Inducers of resistance and silicon on the activity of defense enzymes in the soybean - *Phakopsora pachyrhizi* interaction. *Bragantia*, v.72, n.2, p.162-172, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052013005000025>>.
- Cruz, M.F.A.; Silva, L.F.; Rodrigues, F.A.; Araujo, J.M.; Barros, E.G. Silício no processo infeccioso de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de plantas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.1, p. 142-145, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100020>>.
- Dianese, A. C.; Blum, L.E.B. O uso de fosfitos no manejo de doenças fungicas em frutíferas e soja. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 29p. (Documentos, 288).
- Duarte, H.S.S.; Zambolim, L.; Rodrigues, F.A.; Rios, J.A.; Lopes, U.P. Silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas no controle da ferrugem da soja. *Ciência Rural*, v.39, n.8, p.2271-2277, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000800001>>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.
- Gardiano, C.G.; Balan, M.G.; Falkoski Filho, J.; de Camargo, L.C.M.; de Oliveira, G.M.; Igarashi, W.T.; Sudo, L.T.; Igarashi, S.; Abi Saab, O.J.G.; Canteri, M.G. Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.77, n.3, p.497-504, 2010. <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_3/gardiano.pdf>. 02 Mai. 2014.

- Godoy, C. V.; Koga, L. I.; Canteri, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000100011>>.
- Gomes, E.C.S.; Leite, R.P.; Silva, F.J.A.; Cavalcanti, L.S.; Nascimento, L.C.; Silva, S.M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n.5, p.332-335, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762011000500009>>.
- Iriti, M.; Faoro. Does benzothiadiazole induced resistance increase fitness cost in bean? *Journal of Plant Pathology*, v.85, n.4, special issue, p.265-270, 2003. <<http://www.sipav.org/main/jpp/volumes/0403/040302.pdf>>. 02 Mar. 2014.
- Lenz, G.; Balardin, R.S.; Minuzzi, S.G.; Tormen, N.R.; Marques, L.N. Espectro de gotas e idade de trifólios na taxa de absorção e efeito residual de fungicidas em soja. *Ciência Rural*, v.41, n.10, p.1702-1708, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000127>>.
- Meneghetti, R.C.; Balardin, R.S.; Corte, G.D.; Favera, D.D.; Debona, D. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 4, p. 823-829, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000400005>>.
- Mesquini, R.M.; Estrada, K.R.F.S.; Vieira, R.A.; Nascimento, J.F. Controle e progresso temporal da ferrugem asiática da soja sob controle alternativo em campo. *Summa Phytopathologica*, v. 37, n. 1, p. 24-29, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052011000100004>>.
- Moraes, S.R.G.; Pozza, E.A.; Alves, E.; Pozza, A.A.A.; Carvalho, J.G.; Lima, P.H.; Botelho, A.O. Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.31, n.1, p.69-75, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000100012>>.
- Neves, J.S.; Blum, L.E.B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 1, p. 75-82, 2014. <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/download/2720/pdf_88>. 02 Mai. 2014.
- Pereira, S.C.; Rodrigues, F.A.; Carré-Missio, V.; Oliveira, M.G.A.; Zambolim, L. Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, n.4, p.223-230, 2009b. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762009000400004>>.
- Pereira, S.C.; Rodrigues, F.A.; Carré-Missio, V.; Oliveira, M.G.A.; Zambolim, L. Aplicação foliar de silício na resistência da soja à ferrugem e na atividade de enzimas de defesa. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, n.3, p.164-170, 2009a. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762009000300005>>.
- Peruch, L.A.M.; Medeiros, A.M.; Bruna, E.D.; Stadinik, M. Biomassa cítrica, extrato de algas, calda bordalesa e fosfitos no controle do míldio da videira, cv. Niágara Branca. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.6, n.2, p. 143-148, 2007. <http://rca.cav.udesc.br/rca_2007_2/peruch.pdf>. 02 Mai. 2014.
- Ramos, H.H.; Pio, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: Zambolim, L.; Conceição, M.Z.; Santiago, T. (Eds.). *O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários*. Viçosa: UFV, 2008. p.133-200.
- Reis, T.H.P.; Figueiredo, F.C.; Guimarães, P.T.G.; Botrel, P.P.; Rodrigues, C.R. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. *Coffee Science*, v.3, n.1, p.76-80, 2008. <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/75/153>>. 02 Mai. 2014.
- Silva, O.C. Danos causados pelo míldio da soja e uso de fosfito e Acibenzolar-S-methyl no manejo das doenças da cultura. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011. 101p. Tese Doutorado. <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/26356/Tese%20Olavo%20Correa%20Final%2024%20jan%202011%20%281%29.pdf?sequence=1>>. 02 Mai. 2014.
- Tsukahara, R.Y.; Hikişima, M.; Canteri, M.G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas micro-regiões do Estado do Paraná. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 1, p. 47-52, 2008. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n1p47>>.