

Silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas no controle da ferrugem da soja

Potassium silicate, acibenzolar-S-methyl and fungicides on the control of soybean rust

Henrique da Silva Silveira Duarte¹ Laércio Zambolim^{1*} Fabrício de Ávila Rodrigues¹
Jonas Alberto Rios¹ Ueder Pedro Lopes¹

RESUMO

A produção da soja pode ser afetada pela ocorrência de várias doenças. Dentre estas, a ferrugem, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, tem se destacado. Atualmente, novas estratégias de controle para essa doença devem ser pesquisadas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do silicato de potássio (KSi), acibenzolar-S-metil e fungicidas no controle da ferrugem da soja. Um experimento foi conduzido em condições de campo, em delineamento em blocos ao acaso, utilizando-se 10 tratamentos, com três repetições. Foi utilizada a cultivar 'Monarca' por ser suscetível à ferrugem. Os tratamentos utilizados foram: T1 - testemunha (pulverização com água); T2 - KSi (1,2kg ha⁻¹); T3 - KSi (2,4kg ha⁻¹); T4 - KSi (3,6kg ha⁻¹); T5 - KSi (4,8kg ha⁻¹); T6 - tebuconazol (125g de i.a. ha⁻¹); T7 - cloreto de potássio (61,72g L⁻¹); T8 - mancozebe (2400g de i.a. ha⁻¹); T9 - mancozebe (2400g de i.a. ha⁻¹) + KSi (1,2kg ha⁻¹) e T10 - acibenzolar-S-metil (125g de i.a. ha⁻¹). As plantas da bordadura foram inoculadas com uma suspensão de 5x10⁵ uredosporos mL⁻¹ no estágio V4 para constituírem fonte de inóculo, para as parcelas centrais. As plantas foram pulverizadas com os produtos que constituíram os tratamentos T2, T3, T4, T5, T7, T8 e T9 nos estádios V5, R1, R4 e R5.4 e os tratamentos T6 e T10 nos estádios R1, R4 e R5.4. As plantas foram pulverizadas com atomizador costal manual de bico cônico empregando-se um volume de calda de 200L ha⁻¹. Foram realizadas cinco avaliações da severidade da ferrugem nos terços inferior, médio e superior das plantas utilizando-se uma escala diagramática variando de 0,6 a 78,5%, e os dados obtidos foram utilizados para calcular a área abaixo da curva do progresso da ferrugem (AACPF). Não houve efeito significativo das doses de KSi na AACPF e severidade máxima (Y_{max}) nos terços inferior, médio e superior das plantas, além da produtividade. Os tratamentos 8, 9 e 10 apresentaram eficiência intermediária no controle da ferrugem. O tratamento 6 foi o mais eficiente no controle da doença por resultar nos menores valores da AACPF e Y_{max} para os terços inferior, médio e superior, além de uma produtividade significativamente maior em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*, nutrição mineral, controle de doenças.

ABSTRACT

Soybean production can be affected by the occurrence of several diseases. Among them, the rust, caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, has been outstanding. Nowadays, new strategies to control soybean rust need to be searched. Therefore, this study aimed to evaluate the efficiency of potassium silicate (KSi), acibenzolar-S-methyl and some fungicides on the control of soybean rust. An experiment was carried out under field conditions in a randomized complete block design with 10 treatments and three replications. The cultivar 'Monarca' was used because it is susceptible to rust. The treatments used were: T1 - control (plants sprayed with water); T2 - KSi (1.2kg ha⁻¹); T3 - KSi (2.4kg ha⁻¹); T4 - KSi (3.6kg ha⁻¹); T5 - KSi (4.8kg ha⁻¹); T6 - tebuconazol (125g de a.i. ha⁻¹); T7 - potassium chloride (61.72g L⁻¹); T8 - mancozeb (2400g de a.i. ha⁻¹); T9 - mancozeb (2400g de a.i. ha⁻¹) + KSi (1.2kg ha⁻¹) and T10 - acibenzolar-S-methyl (125g de a.i. ha⁻¹). Plants from the two lateral lines were inoculated with a suspension of 5x10⁵ uredospores/mL at the V4 growth stage to produce inoculum to infect plants at the two central lines. Plants were sprayed with the products that constituted the treatments T2, T3, T4, T5, T7, T8, and T9 at V5, R1, R4, and R5.4 growth stages; and the treatments T6 and T10 at R1, R4, and R5.4 growth stages. Plants were sprayed using a costal sprayer in a volume of 200L ha⁻¹. A total of five disease severity evaluations at the low, medium and high part of the plant canopy were done using a diagrammatic scale ranging from 0.6 to 78.5%. Data were used to calculate the area under rust progress curve (AURPC). There was no effect of the KSi rates on AURPC and final disease severity (Y_{max}) at the low, medium and high part of the plant canopy. Yield was also unaffected. The treatments 8, 9, and 10 had an intermediary efficiency on rust control. The treatment 6 was the most efficient on rust control giving the lowest values for AURPC and Y_{max} for the low, medium and high part of the plant canopy. High values for yield were also obtained using this treatment as compared to the others.

Key words: *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*, mineral nutrition, disease control.

¹Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: zambolim@ufv.br.

*Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no ano de 2008 foi de 59.923.621 toneladas, com uma área colhida de 21.276.372 hectares, com rendimento médio de 2,82ton ha⁻¹ (IBGE, 2008). A produção da soja pode ser afetada pela ocorrência de várias doenças, dentre elas, a ferrugem, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. A ferrugem foi constatada no Brasil em 2001, no Estado do Paraná (YORINORI et al., 2005). Na safra 2001/02, ocorreu em quase todo o país, causando prejuízos consideráveis em várias regiões produtoras. Nos locais mais atingidos, as reduções na produtividade foram estimadas entre 30 e 75% (YORINORI et al., 2004). Nas safras subsequentes, o patógeno continuou a se disseminar e, na safra 2005/06, a ferrugem foi constatada em praticamente todas as regiões produtoras de soja no Brasil, exceto no Estado de Roraima (HENNING & GODOY, 2006).

As condições ideais para a infecção da planta pelo fungo *P. pachyrhizi* são temperatura variando entre 15 e 28°C, sendo necessárias, no mínimo, 6 a 12 horas de molhamento foliar (MELCHING et al., 1989). O molhamento foliar, seja causado por orvalho ou chuva, favorece a epidemia da doença, sendo a chuva a condição mais importante para que altas severidades sejam atingidas ao final do ciclo (TSCHANZ, 1982). O vento é a principal forma de disseminação dos uredosporos, os quais apenas se multiplicam em hospedeiros vivos. Outro fator que agrava ainda mais a ocorrência da ferrugem no Brasil é a existência de hospedeiros alternativos (YORINORI et al., 2005). O controle da ferrugem não é fácil e, como a disseminação do patógeno pelo vento é muito eficiente e não existem cultivares com níveis de resistência satisfatório, a única medida de controle da doença é a aplicação de fungicidas, o que, além de onerar o custo de produção, pode levar a seleção de populações resistentes ao ingrediente ativo utilizado. Com isso, faz-se necessário buscar formas alternativas de controle para essa doença. Em trabalho realizado por RODRIGUES et al. (2009), observou-se que a aplicação foliar de silicato de potássio em doses variando de 8 a 60g L⁻¹ resultou em um controle satisfatório da doença. Entretanto, a dose máxima de 60g L⁻¹, o que correspondeu a 48kg ha⁻¹ do produto, mostrou-se inviável em condições de campo.

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses reduzidas de silicato de potássio em comparação ao indutor de resistência acibenzolar-s-metil e fungicida protetor e sistêmico no controle da ferrugem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 2005, no Campo Experimental Diogo Alves de Mello, da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 10 tratamentos (Tabela 1), com três repetições, em delineamento em blocos casualizados. A cultivar 'Monarca' foi utilizada por ser suscetível à ferrugem. As parcelas tiveram 7m de comprimento e 2,50m de largura, totalizando cinco fileiras. As plantas foram espaçadas a 0,50m nas entrelinhas. Foram utilizadas 15 plantas metro linear⁻¹, obtendo um estande de 300.000 plantas ha⁻¹. A área útil de cada parcela experimental foi de 10,5m², utilizando-se as três linhas centrais para avaliar a severidade da ferrugem e a produtividade, desprezando-se como bordadura 0,50m das extremidades. As plantas foram mantidas com práticas convencionais para a cultura da soja, fazendo uso de adubação química, herbicidas e inseticidas, além de irrigação por aspersão, quando necessário.

As duas fileiras de plantas adjacentes às três fileiras úteis de cada parcela, denominadas bordaduras, foram inoculadas no estádio V4 (30 dias após a emergência (DAE)), para que essas plantas constituíssem a fonte de inóculo do patógeno para as plantas úteis das parcelas. Essas plantas foram inoculadas com uma suspensão de 5x10⁵ uredosporos mL⁻¹ na face superior e inferior das folhas. De acordo com cada tratamento (Tabela 1), os estádios fenológicos usados para as pulverizações foram: V5, R1, R4 e R5.4, os quais corresponderam, respectivamente, aos 37, 54, 83 e 104DAE. As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal manual provido de uma válvula reguladora para obter pressão de trabalho de 30lbs pol⁻². Foi usado bico cônico, e o volume de calda foi de 200L ha⁻¹.

A severidade da ferrugem foi avaliada quinzenalmente, a partir do quinquagésimo DAE, empregando-se uma escala diagramática variando de 0,6 a 78,5% (GODOY et al., 2006). Foram avaliados todos os folíolos das plantas nos terços inferior, médio e superior. No terço inferior, as folhas baixas caíram rapidamente devido à alta severidade da ferrugem, fazendo com que os valores de severidade decrescessem ao longo das avaliações, devido ao reduzido número de folíolos. Para corrigir esse problema, foi utilizada a severidade da avaliação anterior acrescida da severidade da avaliação atual e assim sucessivamente. Dessa forma, obteve-se um efeito aditivo da severidade ao longo das avaliações. As avaliações foram realizadas aos 50, 65, 80, 95, 110 e 125DAE. Os valores médios da severidade nas plantas de cada tratamento foram utilizados para calcular a área

Tabela 1- Tratamentos utilizados para o controle da ferrugem da soja.

Tratamentos	Épocas de pulverização
1. Controle (pulverização de água)	nenhuma pulverização
2. Silicato de potássio (1,2kg ha ⁻¹) ^{*1}	estádios V5, R1, R4 e R5.4
3. Silicato de potássio (2,4kg ha ⁻¹) [*]	estádios V5, R1, R4 e R5.4
4. Silicato de potássio (3,6kg ha ⁻¹) [*]	estádios V5, R1, R4 e R5.4
5. Silicato de potássio (4,8kg ha ⁻¹) [*]	estádios V5, R1, R4 e R5.4
6. Fungicida tebuconazole (125g de i.a. ha ⁻¹)	estádios R1, R4 e R5.4
7. Cloreto de potássio ^{**1}	estádios V5, R1, R4 e R5.4
8. Fungicida mancozebe (2400g de i.a. ha ⁻¹)	estádios V5, R1, R4 e R5.4
9. Fungicida mancozebe (2400g de i.a. ha ⁻¹) + Silicato de potássio (1,2kg ha ⁻¹)	estádios V5, R1, R4 e R5.4
10. Acibenzolar-S-Metil (125g de i.a. ha ⁻¹) ²	estádios R1, R4 e R5.4

* A solução de silicato de potássio foi aplicada nas doses de 6, 12, 18 e 24g L⁻¹, o que correspondeu, respectivamente, a 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8kg do produto por ha em um volume de calda de 200L ha⁻¹. O pH da solução de silicato de potássio foi corrigido para 5,5, utilizando HCl (1mol L⁻¹). O silicato de potássio (Fertisil[®], PQ Silicas Brasil Ltda) contém 13% de K₂O, 26,59% de SiO₂ e menos de 0,5% de Na₂O.

** A solução de cloreto de potássio foi preparada utilizando-se 80mL de uma solução de KCl na concentração de 61,73g L⁻¹ de solução. A solução de cloreto de potássio correspondeu a 16 litros de uma solução de KCl (61,73g L⁻¹) por ha utilizando um volume de calda de 200L ha⁻¹. O pH dessa solução foi de ~ 5,5.

¹ O teor de K nesses dois tratamentos foi padronizado para 863,37mg de K por litro de solução. O teor de Cl foi de 782,80 e 779,61mg L⁻¹, respectivamente, nos tratamentos 2 e 7, ou seja, uma diferença insignificante.

² O acibenzolar-S-Metil foi utilizado para fins de comparação com o silicato de potássio, por ser um indutor de resistência em plantas a patógenos.

i.a.= ingrediente ativo.

abaixo da curva do progresso da ferrugem (AACPF) de acordo com a fórmula proposta por SHANER & FINNER (1977).

Foram coletadas folhas das plantas que receberam os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, as quais foram lavadas em água destilada e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada de ar a 70°C, até atingir peso constante. Posteriormente, as folhas foram moídas em moinho Wiley equipado com peneira de 20mesh. O teor foliar de silício (Si) foi determinado de acordo com metodologia proposta por KORNDÖRFER et al. (2004). Folhas das plantas que receberam os tratamentos 2 e 7 também foram coletadas para determinação do teor de potássio (K), uma vez que ambos os tratamentos receberam a mesma quantidade desse elemento. Assim, foi possível inferir se o efeito do tratamento 2 no controle da ferrugem foi devido apenas ao Si e não ao K. Para análise do teor foliar de K, amostras de folhas foram retiradas da região entre o terço superior e o terço médio de cada planta aos 115DAE. Após a secagem em estufa com ventilação de ar forçada a 70°C até peso constante, as amostras foram trituradas em moinho Wiley equipado com peneira de 20mesh. Após digestão da matéria orgânica usando uma mistura de ácido nítrico e ácido perclórico, o teor foliar de K foi quantificado por fotometria de emissão de chama (SARRUGE & HAAG, 1974).

A colheita foi realizada no estágio R9, utilizando-se 20 plantas nas linhas centrais de cada

parcela, e a produtividade foi avaliada pesando-se as sementes das plantas de cada tratamento. O teor de umidade das sementes foi padronizado em 13% de umidade.

Os dados da AACPF, severidade máxima (Y_{max}) e produtividade foram submetidos primeiramente às pressuposições da ANOVA, quando foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors e homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e regressão linear para verificar o efeito das doses crescentes de silicato de potássio (KSi) no controle da ferrugem. As médias dos tratamentos 6, 7, 8, 9 e 10 para as variáveis AACPF, Y_{max} e produtividade foram comparadas com a média dos tratamentos 1 e 2 pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros sintomas da ferrugem asiática foram observados aos 55DAE. Os coeficientes da regressão (β_1) para as variáveis AACPF, Y_{max} nos terços inferior, médio e superior e produtividade não foram significativos pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade. Isso mostra que as doses reduzidas do KSi não foram eficientes no controle da ferrugem. Resultado similar ocorreu em um experimento com

tomate industrial sob condições de alta favorabilidade para ocorrência da requeima, em que a aplicação de KSi não controlou a doença (DUARTE et al., 2007). Em cafeeiro, o KSi também não foi eficiente no controle da ferrugem, mesmo quando aplicado em intervalos de 15 dias (NETO et al., 2007). Em pepino, melão e abóbora, a aplicação foliar de KSi nas concentrações de até 17mM (1000ppm de Si) foi efetiva em reduzir a severidade do míldio pulverulento (MENZIES et al., 1992). BOWEN et al. (1992) também relataram que a aplicação de KSi no solo, na dose de 1,7mM de Si, não reduziu o número de colônias de *Podosphaeria fuliginea*, causando míldio pulverulento em folhas de videira, mas a pulverização das folhas com KSi, na mesma dose, reduziu em mais de 60% o número de colônias. Segundo os autores, a redução na severidade da doença foi devido, em parte, a uma barreira física formada pela polimerização do silicato na superfície foliar que impediu a penetração e o desenvolvimento do patógeno e também devido ao movimento lateral do Si e sua deposição dentro da folha que impediu a germinação e a penetração do patógeno.

Os teores médios de Si foliar apresentaram acréscimo em função das doses crescentes de KSi, com valores de 5,5; 5,7; 6,9; 7,6 e 8,1g kg⁻¹, para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Como não houve resposta significativa para as variáveis AACPF, Y_{max} e produtividade com as doses crescentes de KSi, foi escolhida a dose de 1,2kg ha⁻¹ do produto (tratamento 2) para ser comparada com os tratamentos 6, 7, 8, 9 e 10. Essa dose foi escolhida por duas razões: a primeira foi para comparar com o tratamento 9, na qual foi usada a mistura de mancozebe e KSi na dose de 1,2kg ha⁻¹, podendo assim avaliar se o efeito no controle da ferrugem foi devido ao mancozebe ou ao KSi; e segundo, para comparar com o tratamento 7 em razão de ter sido aplicada a mesma quantidade de K, permitindo, então, avaliar apenas o efeito do Si no controle da ferrugem.

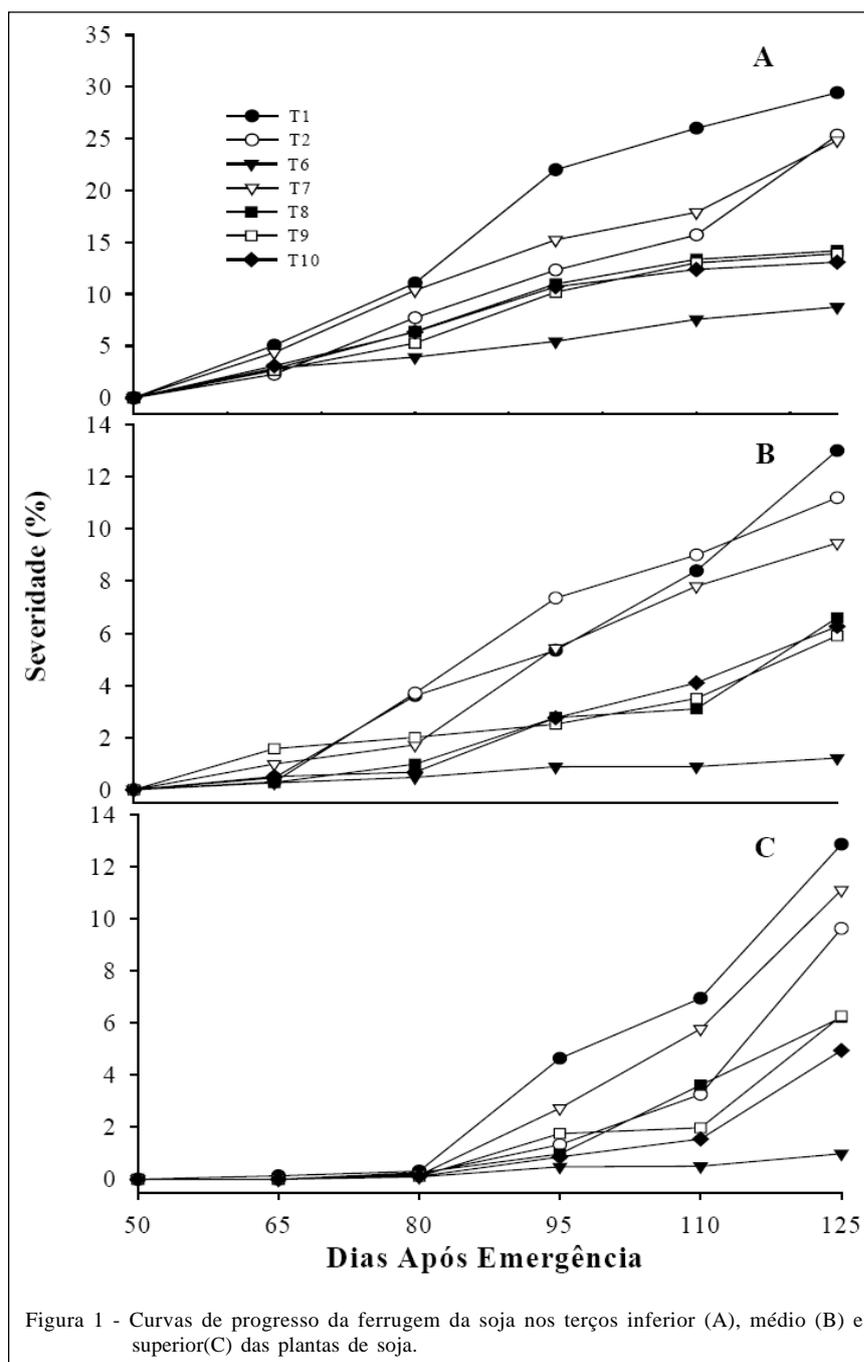
As curvas de progresso da ferrugem nos terços inferior, médio e superior das plantas de soja estão representadas na figura 1.

Os teores médios de K encontrados foram de 15,8 e 15,0g kg⁻¹ nas plantas que receberam os tratamentos 2 (KSi na dose 1,2kg ha⁻¹) e 7 (Cloreto de potássio), respectivamente, mostrando que a quantidade desse elemento foi similar entre esses tratamentos. Os tratamentos 2 e 7 apresentaram AACPF e Y_{max} nos terços inferior, médio e superior e produtividade estatisticamente iguais ao tratamento 1 (testemunha), mostrando a ineficiência do KSi e do cloreto de potássio em controlar a doença e aumentar o rendimento em grãos (Tabela 2). Devido ao fato

desses tratamentos possuírem a mesma quantidade de K, conclui-se que o Si presente no KSi não teve efeito no controle da ferrugem.

Comparando os tratamentos 8 e 9, nos quais foram aplicados o fungicida mancozebe, diferindo apenas quanto ao acréscimo de 1,2kg ha⁻¹ de KSi no tratamento 9, conclui-se que a quantidade adicional de Si não afetou o progresso da ferrugem. Os valores da AACPF e Y_{max} nos terços inferior, médio e superior, além da produtividade para os tratamentos 8 e 9, foram estatisticamente iguais (Tabela 2). Resultado similar foi encontrado utilizando o KSi, isoladamente ou em mistura, com o fungicida cimoxanil+mancozeb no controle da requeima da batateira (DUARTE et al., 2008) e com a Calda Viçosa no controle da mancha de ramularia do algodoeiro (AQUINO et al., 2008).

Apesar de os tratamentos 8, 9 e 10, em que foram feitas pulverizações de mancozebe, mancozebe + KSi, e acibenzolar-S-metil, respectivamente, apresentarem valores da AACPF nos terços inferior, médio e superior e Y_{max} no terço inferior estatisticamente iguais ao tratamento 6 (tebuconazole), estes apresentaram eficiência intermediária no controle da ferrugem. Os valores de Y_{max} nos terços médio e superior e a produtividade foram estatisticamente inferiores ao tratamento 6 (Tabela 2). NAZARENO et al. (1999) mencionou a necessidade de se ter cuidado quando se analisa apenas a AACPF, pois as curvas de progresso com um mesmo valor para essa variável podem apresentar diferenças quanto à severidade inicial e final e também quanto à taxa de progresso. Assim, a análise do Y_{max} e da produtividade são importantes para a melhor discriminação dos tratamentos. A menor eficiência do fungicida mancozebe comparada ao tebuconazole é devido ao fato de que o mancozebe é um produto protetor e com isso não se obtém um efeito curativo da doença. A eficiência do indutor de resistência acibenzolar-S-metil foi igual ao do mancozebe, sendo o primeiro um análogo do ácido salicílico que promove a resistência sistêmica adquirida (SAR) nas plantas em resposta ao ataque por patógenos. A indução de SAR resulta na restrição do crescimento de fitopatógenos e com isso ocorre a supressão ou diminuição dos sintomas das doenças, em razão da ativação de mecanismos de resistência das plantas, associadas à expressão coordenada de um conjunto de genes de defesa (RYALS, et al., 1996). Segundo DALLAGNOL et al. (2006), o acibenzolar-S-metil foi eficiente em controlar algumas doenças foliares da soja, dentre elas, a ferrugem, e a eficiência foi influenciada pela cultivar e época de aplicação, com os melhores resultados obtidos nas pulverizações realizadas quando ainda não haviam sido observados os sintomas da doença.



O tratamento 6 (tebuconazole) foi o mais eficiente no controle da ferrugem, apresentando os menores valores da AACPF, Y_{max} nos terços inferior, médio e superior, além da produtividade ser significativamente maior (Tabela 2). Em trabalho similar, o fungicida tebuconazole também foi eficiente no controle da ferrugem. Quando esse fungicida foi aplicado preventivamente até quatro dias antes da

inoculação, não foram observados sintomas da doença. Quando aplicado oito dias antes da inoculação, foram observados sintomas nas plantas; no entanto, o tebuconazole apresentou controle de 99% em relação à testemunha. Quando aplicado de forma curativa aos dois e quatro dias após a inoculação das plantas, ocorreu redução de 67 e 64% na severidade da ferrugem, respectivamente (GODOY & CANTERI, 2004).

Tabela 2 - Área abaixo da curva do progresso da ferrugem (AACPF), severidade final (Y_{max}) e produtividade de plantas de soja que receberam a aplicação de diferentes tratamentos.

Trat. ¹	-----Terço inferior-----		-----Terço médio-----		-----Terço superior-----		Produtividade (kg/ha)
	AACPF	Y_{max}	AACPF	Y_{max}	AACPF	Y_{max}	
1	1011,8 ^a	29,4 a	397,8 a	13,0 a	275,6 a	12,8 a	760,1 d
2	727,4 abc	25,3 a	360,67 a	11,2 a	170,7 ab	10,1 a	1180,3 cd
3	756,8 -	26,1 -	375,4 -	11,4 -	234,6 -	11,8 -	980,2 -
4	1003,1 -	25,1 -	304,3 -	10,5 -	203,0 -	9,1 -	848,8 -
5	710,8 -	27,5 -	362,3 -	10,2 -	239,7 -	10,7 -	1128,9 -
6	362,2 d	8,8 b	46,7 c	1,2 c	23,5 c	0,9 c	4228,1 a
7	870,8 ab	24,8 a	313,1 a	9,4 ab	250,3 a	11,2 a	940,6 d
8	599,5 bcd	14,2 b	141,2 bc	6,6 b	122,8 bc	6,2 b	1956,3 bc
9	560,9 cd	13,9 b	149,0 bc	5,9 b	104,6 bc	6,3 b	2280,0 b
10	576,9 bcd	13,1 b	144,9 bc	6,3 b	74,9 bc	4,9 b	1980,5 bc
CV**	19,8	13,1	15,9	20,9	28,1	13,7	15,4

¹ Trat.= tratamentos: 1- testemunha (pulverização com água); 2- silicato de potássio (1,2 kg ha⁻¹); 3- silicato de potássio (2,4kg ha⁻¹); 4- silicato de potássio (3,6kg ha⁻¹); 5- silicato de potássio (4,8kg ha⁻¹); 6- tebuconazole (125g de i.a. ha⁻¹); 7- cloreto de potássio (61,72g L⁻¹); 8- mancozebe (2400g de i.a. ha⁻¹); 9- mancozebe (2400g de i.a. ha⁻¹) + silicato de potássio (1,2kg ha⁻¹); 10- Acibenzolar-S-Metil (125g de i.a. ha⁻¹). O produto Fertisil® (PQ Silicas Brasil Ltda) foi utilizado como fonte do silicato de potássio.

* Os dados desses tratamentos não foram utilizados no teste de comparação de médias.

** Média de três repetições. Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

** CV.= coeficiente de variação (%).

CONCLUSÕES

A utilização de KSi via foliar, em doses reduzidas, não é eficiente no controle da ferrugem da soja e com isso surge a necessidade da busca por outros produtos alternativos para o controle dessa doença. O indutor de resistência acibenzolar-S-metil é uma boa alternativa, apresentando controle similar aos fungicidas protetores. O melhor controle da ferrugem foi obtido com o fungicida sistêmico tebuconazole.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo recurso financeiro. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de produtividade em pesquisa dos professores F.Á. Rodrigues e L. Zambolim. À empresa PQ Silicas Brasil Ltda, pelo fornecimento do FertiSil®. Os autores agradecem também ao Prof. Gaspar H. Korndörfer (UFU/ICIA), pela realização das análises de silício no material vegetal, a Nivaldo Sérgio Milagres, pelo apoio técnico, e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AQUINO, L.A. et al. Controle alternativo da mancha de ramularia do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.2, p.131-136, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n2/04.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-54052008000200004.

BOWEN, P. et al. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Agassiz, v.117, n.6, p.906-912, 1992.

DALLAGNOL, L. et al. Utilização e Acibenzolar-S-Methyl para o controle de doenças foliares da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.3, p.255-259, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v32n3/a07v32n3.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-54052006000300007.

DUARTE, H.S.S. et al. Controle da requeima em tomateiro industrial com aplicações de fungicidas e silicato de potássio. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.32, n.3, p.257-260, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n3/12.pdf>> Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-41582007000300012.

DUARTE, H.S.S. et al. Efeito do silicato de potássio isoladamente e em mistura com fungicida no controle da requeima da batateira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.1, p.68-70, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n1/a14v34n1.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-54052008000100014.

GODOY, C.V. et al. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.1, p.63-68, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n1/a11v31n1.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-41582006000100011.

GODOY, C.V. & CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.29, n.1, p.97-101, 2004. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/fb/v29n1/a16v29n1.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-41582004000100016.

HENNING, A.A.; GODOY, C.V. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Visconde do Rio Branco, Suprema, 2006. p.1-14.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acessado em 9 nov. 2008. Online. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>.

KORNDÖRFER, G.H. et al. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004. 34p. (Boletim Técnico, 2).

MELCHING, J.S. et al. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. **Plant Disease**, St. Paul, v.73, n.2, p.117-122, 1989. Disponível em: <http://www.apsnet.org/pd/PDFs/1989/PlantDisease73n02_117.pdf>. Acesso em 12 dez. 2008.

MENZIES, J. et al. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Agassiz, v.117, n.6, p.902-905, 1992.

NAZARENO, N.R.X. et al. Controle da requeima da batata através do monitoramento das variáveis climáticas. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.24, n.2, p.170-174, 1999.

NETO, P.N.S. et al. Efeito da aplicação foliar de silicato de potássio no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.). In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 30., 2007, Jaboticabal, SP. **Resumos...** Botucatu: Summa Phytopathologica supplement, 2007. v.32. 171p. p.51.

RODRIGUES, F.Á. et al. Foliar application of potassium silicate reduces the intensity of soybean rust. **Australasian Plant Pathology**, Rockhampton, v.38, n.4, p.366-372, 2009.

Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/nid/39/paper/AP09010.htm>>. Acesso em 22 jul. 2009.

RYALS, J.A. et al. Systemic acquired resistance. **Plant Cell**, Bethesda, v.8, n.10, p.1809-1819, 1996. Disponível em: <<http://www.plantcell.org/cgi/reprint/8/10/1809>>. Acesso em 12 dez. 2008.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV. 2007. CD ROM.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.67, n.8, p.1051-1056, 1977. Disponível em: <http://www.apsnet.org/phyto/PDFs/1977/Phyto67n08_1051.pdf>. Acesso em 12 dez. 2008.

TSCHANZ, A.T. **Soybean rust epidemiology: final report**. Shanhau, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development center, 1982. 157p.

YORINORI, J.T. et al. Reações de cultivares de soja à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 2002, São Pedro, SP. **Resumos...** São Pedro: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 2002. V.1. p.149.

YORINORI, J.T. et al. **Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36p. (documentos, 247).

YORINORI, J.T. et al. Epidemic of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, St. Paul, v.89, n.6, p.675-677, 2005. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PD-89-0675>>. Acesso em 26 mar. 2009.