

Efeito protetor e curativo do epoxiconazole mais piraclostrobina no controle da ferrugem asiática da soja

Jonas Alberto Rios¹, Laércio Zambolim¹, Henrique da Silva Silveira Duarte¹, Ueder Pedro Lopes¹ e Antônio Fernandes Nogueira Júnior¹

Resumo – Objetivando avaliar o efeito do fungicida sistêmico epoxiconazole + piraclostrobina no controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação adotando o delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos realizados foram : T1- 30” depois inoculação ; T2- 4 dias depois da inoculação (DDI); T3- 8 DDI; T4- 12 DDI; T5- 16 DDI; T6- 20 DDI; T7- 24 DDI no experimento 1, e T1-30” antes da inoculação (DAI); T2- 4 dias antes da inoculação (DAI); T3- 8 DAI; T4- 12 DAI; T5- 16 DAI; T6- 20 DAI; T7- 24 DAI no experimento 2.). A AACPF nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 foi de 73,8; 86,8; 92,9; 105,1; 154,1; 165,6 e 220,3, respectivamente, e a severidade final (Y_{\max}) foi de 2,92; 3,49; 3,93; 4,20; 6,79; 8,20 e 10,40 % , respectivamente, no experimento 1; no experimento 2 a AACPF de 17,51; 20,05; 31,49; 33,24; 55,21; 86,63 e 98,01, respectivamente e o Y_{\max} foi de 0,99; 1,07; 1,89; 2,05; 3,00; 6,00 e 7,11% respectivamente. Em ambos os experimentos, o epoxiconazole + piraclostrobina foi mais eficiente quando aplicado em um período mais próximo da inoculação.

Palavras-chave : *Phakopsora pachyrhizi*, fungicida, controle químico.

Curative and protective effect of epoxiconazole more pyraclostrobin in the control of Asian rust in soybeans

Abstract – This study aimed to evaluate efficiency of systemic fungicide epoxiconazole + pyraclostrobine on the control of asian rust on soybean (*Phakopsora pachyrhizi*). Two experiments were conducted in a greenhouse in a randomized complete block design with 7 treatments and 3 replication. The treatments with fungicide application were: T1 – 30 minutes after inoculation ; T2 – 4 days after inoculation (DAI); T3– 8 DAI; T4 – 12 DAI; T5 – 16 DAI; T6 – 20 DAI; T7 – 24 DAI on experiment 1 and T1 – 30 minutes before inoculation; T2 – 4 days before inoculation (DBI); T3 – 8 DBI; T4 – 12 DBI; T5 – 16 DBI; T6 –20 DBI; T7 – 24 DBI on experiment 2. This AURPC in treatments 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 is equal was of 73,8; 86,8; 92,9; 105,1; 154,1; 165,6 e 220,3, respectively, and the final severity (Y_{\max}) was of 2,92; 3,49; 3,93; 4,20; 6,79; 8,2 e 10,4 % , respectively, on experiment 1; and 17,51; 20,05; 31,49; 33,24; 55,21; 86,63 e 98,01, respectively, as Y_{\max} was of 0,99; 1,07; 1,89; 2,05; 3,00; 6,00 e 7,11%%, respectively, on experiment 2. In both experiments the used epoxiconazole + pyraclostrobine was more efficient in the control of the asian rust of the soy when applied next to the inoculation..

Keywords: fungicide, *Phakopsora pachyrhizi*, chemical control.

O Brasil é um dos principais exportadores de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em todo o mundo. Em 2007, a área de cultivo foi de 20,6 milhões de ha, representando 21,74% da área de cultivo mundial. Neste mesmo ano, a produção brasileira foi de 58,2 milhões de toneladas de grãos, 26,92% de toda produção mundial. (FAO, 2007). Entre os principais fatores que podem prejudicar a produção de soja estão as doenças. Dentre as doenças que tem atacado a cultura da soja, a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., tem tido relevante importância econômica.

A ferrugem asiática foi descrita pela primeira vez em 1902 no Japão, sendo constatado danos na Tailândia de 10 a 40%, na Índia de 10 a 90%, no Sul da China de 10 a 50%, em Taiwan de 23 a 90% e no Japão de até 40% (Sinclair & Hartman, 1999). As primeiras constatações da doença no Brasil foram feitas na safra de 2000/2001 (Yorinori et al., 2002), desde então a doença vem ao longo dos anos causando grandes prejuízos nas lavouras em todo território brasileiro, visto que a dispersão deste patógeno é muito eficiente através do vento. A ferrugem asiática da soja está presente em quase todas as regiões do Brasil. Na safra de 2003/2004, os estados mais atingidos

Recebido em 28 de maio de 2009, aceito em 10 de maio de 2010

¹ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, Viçosa, MG, 36570-000, E-mail: jonasufv@yahoo.com.br.

foram Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo (Yang et al., 1990). A ferrugem asiática causou, na safra de 2002/03 em todo Brasil, perdas em torno de US\$ 884,25 milhões, enquanto que em 2004, os prejuízos foram em torno de US\$ 2,28 bilhões (Yang et al., 1990).

Os sintomas da ferrugem asiática da soja são pequenas pústulas de coloração castanha a marrom escura. Podem ser observadas na face abaxial das folhas uma ou várias urédias que liberam uredósporos para o meio. As lesões provocadas pela doença possuem formato angular, de 2 a 5 mm de diâmetro, e podem ser observadas nas vagens, pecíolos e caules (Sinclair & Hartman, 1999). Com altos índices de severidade, a doença pode ocasionar desfolha precoce, comprometendo o rendimento e a qualidade dos grãos (Yang et al., 1991).

As condições favoráveis para o surgimento da ferrugem asiática da soja são temperatura variando de 15 a 28°C e, no mínimo, 6 a 12 horas de molhamento foliar (Melching et al., 1989). O molhamento foliar, causado por orvalho ou chuva, favorece a epidemia da doença, sendo a chuva a condição mais importante para que se atinja altas severidades ao final do ciclo (Tschanz, 1982)

O principal método de controle utilizado para reduzir a severidade da ferrugem é a aplicação de fungicidas sistêmicos, pelo fato de ser o mais eficiente no controle da doença (Godoy & Canteri, 2004). Em razão do agente causal da doença apresentar muitos genes de virulência em suas diversas raças, torna-se difícil a obtenção de variedades resistentes (Sinclair & Hartman, 1995). Dentre os fungicidas utilizados, o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina tem sido bastante eficiente no controle da ferrugem asiática da soja (Soares et al., 2004). No entanto, poucas pesquisas demonstraram a melhor época de aplicação deste fungicida com o objetivo de maximizar o controle desta doença. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito protetor e curativo do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina no controle da ferrugem da soja, em diferentes épocas de aplicação.

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, em casa de vegetação, e em cada experimento foram utilizados sete tratamentos com três repetições em delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizada a cultivar Conquista por ser altamente suscetível à ferrugem. Em cada repetição foi utilizado um vaso de 3 dm³ com 3 plantas. As aplicações do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (50 + 133g/l i.a.) na dose 2,5 mL/L, foram feitas de acordo com os seguintes tratamentos (Tabela 1). As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal manual de 5 litros com bico cônico utilizando um volume de calda de 200 L/ha.

Tabela 1. Tratamentos envolvendo diferentes épocas de aplicação do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (50 + 133g/l i.a.) utilizado para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

Experimento 1 (Efeito curativo)	Experimento 2 (Efeito protetor)
T1- 30 minutos após a inoculação	T1- 30 minutos antes da inoculação
T2- 4 dias após a inoculação	T2- 4 dias antes da inoculação
T3- 8 dias após a inoculação	T3- 8 dias antes da inoculação
T4- 12 dias após a inoculação	T4- 12 dias antes da inoculação
T5- 16 dias após a inoculação	T5- 16 dias antes da inoculação
T6- 20 dias após a inoculação	T6- 20 dias antes da inoculação
T7- 24 dias após a inoculação	T7- 24 dias antes da inoculação

Para a obtenção do inóculo, folhas de soja com sintomas de ferrugem foram deixadas em câmara úmida por 12 horas e, posteriormente, foram mergulhadas em água destilada e raspadas com pincel. Em seguida, a suspensão de inóculo foi filtrada em gaze e a concentração do inóculo foi ajustada

para 1×10^5 uredosporos/mL. Depois, foram adicionados à suspensão Tween 80 a 0,01 % e 5g/L de gelatina incolor. A inoculação foi realizada na face inferior das folhas das plantas no estágio V6 para os experimentos 1 e 2. Após este procedimento, as plantas foram mantidas em câmara de nevoeiro por 12 horas no escuro a 22°C.

As avaliações da severidade da ferrugem foram realizadas semanalmente, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas da doença, utilizando-se uma escala diagramática com valores de 0 a 78,5% de severidade (Godoy et al., 2006). Foram avaliadas as três primeiras folhas do terço médio da plantas, com um total de nove folíolos por planta. Os valores médios de severidade obtidos em cada avaliação, de acordo com cada tratamento, foram utilizados para obter a severidade final ($Y_{\text{máx}}$) e a área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF), conforme proposto por Shaner & Finney (1977). Os valores de $Y_{\text{máx}}$ e AACPF dos dois experimentos foram submetidos à análise regressão, ajustando o melhor modelo com base no coeficiente de determinação (R^2), significância dos β s e homogeneidade do resíduo, utilizando-se o software MINITAB versão 14 (Minitab14 Statistical Software).

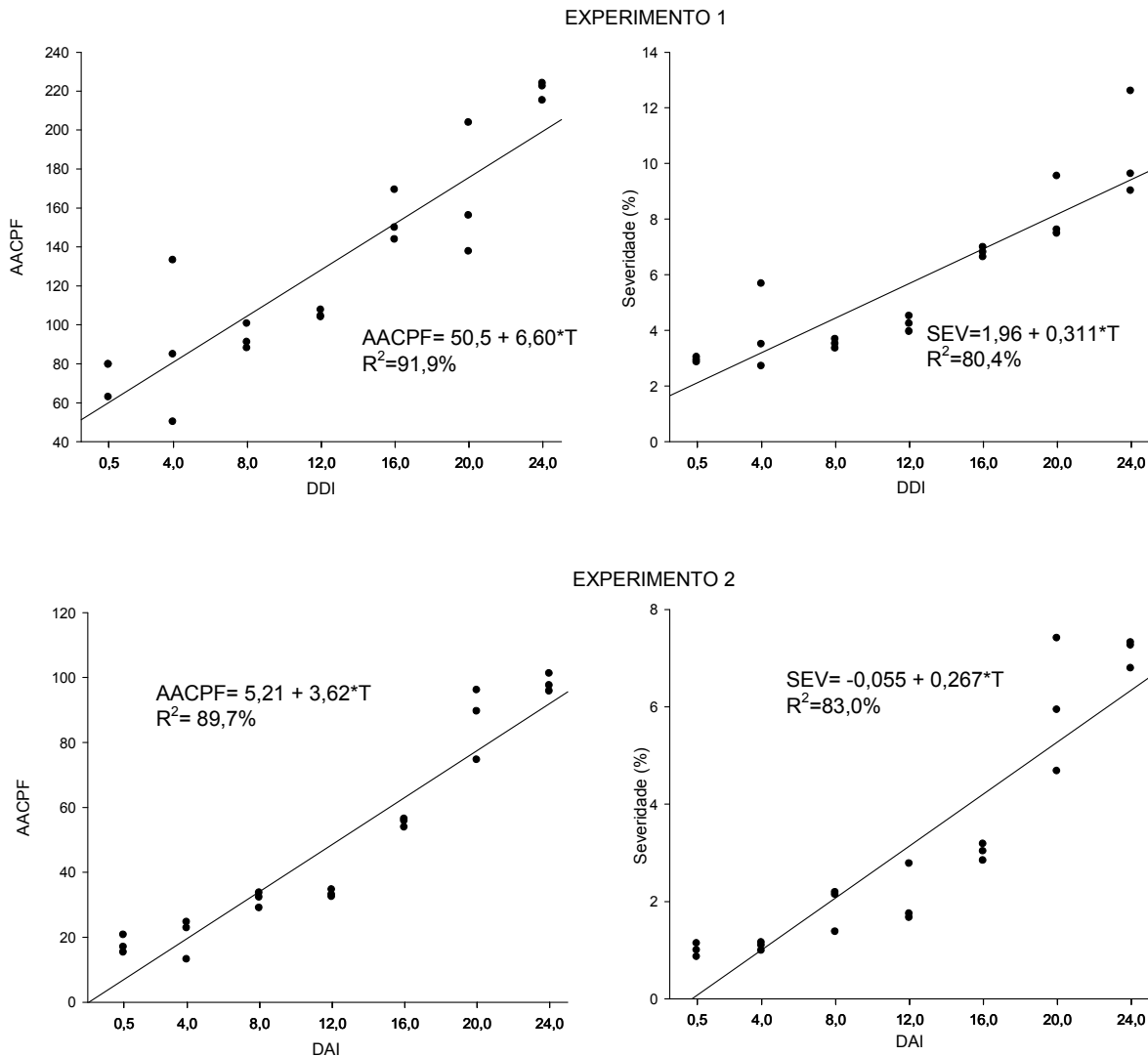
A AACPF e $Y_{\text{máx}}$ da ferrugem asiática da soja em função dos tratamentos realizados estão representadas na Figura 1. Em ambos os experimentos, os coeficientes da regressão (β_1) para as variáveis AACPF e $Y_{\text{máx}}$ foram significativos pelo teste t a 5% de probabilidade, mostrando que o tempo de aplicação do fungicida em relação à inoculação interfere no controle da doença. Nos experimentos 1 e 2, os tratamentos em que as aplicações com o fungicida foram realizadas mais próximo da inoculação tiveram maior efeito curativo e protetor (Figura 1).

No experimento 1, foi observado que quanto maior foi o atraso na aplicação do fungicida, menor foi o seu efeito curativo (Figura 1). Este efeito pode ser explicado devido à redução na viabilidade dos uredósporos em função do tratamento curativo do fungicida. Em teste de germinação em placas de Petri contendo ágar-água, a germinação de uredósporos tratados com fungicidas, inclusive o epoxiconazole + piraclostrobina, foi reduzida quando os produtos foram aplicados de modo curativo (Godoy & Canteri, 2004). Outra possibilidade que pode explicar este resultado se deve ao fato da doença possuir período latente curto, de aproximadamente nove dias, ou seja, dentro de um período pequeno haverá grande produção de uredósporos, ocorrendo assim mais infecções e diminuindo a eficiência do controle. Para se ter controle eficiente da ferrugem asiática, as aplicações de fungicidas sistêmicos devem ser realizadas no início da epidemia. Os resultados mostram a necessidade de se monitorar as plantações de soja quanto ao aparecimento das primeiras pústulas nas folhas a fim de se iniciar o controle o mais cedo possível. O manejo realizado tardiamente além de não propiciar um controle eficiente da doença poderá reduzir a produtividade na colheita, aumentar o custo de produção e o risco de contaminações devido ao maior número de aplicações do fungicida.

De acordo com os resultados encontrados no experimento 2 (Figura 1), foi demonstrado que ao longo do tempo ocorre menor efeito residual do fungicida, ou seja, a aplicação do fungicida para efeito de proteção deve ser realizada o mais próximo da inoculação do fungo. Com isso, reforça-se a importância de se monitorar os campos de cultivo de soja, a fim de se tentar fazer o controle preventivo da doença. O monitoramento das condições climáticas, principalmente de temperatura (14 a 28°C) e umidade favorável à ocorrência da doença (70 a 80% durante 6 horas), estão entre as medidas de controle da ferrugem asiática da soja (Yorinori & Wilfrido, 2002). Outra medida importante é a detecção dos esporos de *P. pachyrhizi* no ar através de armadilhas tipo “caça-esporos”, para entrar com o controle no momento correto para se obter maior eficiência de controle. Em estudos realizados na região de Viçosa foi comprovada a relação direta entre a proporção de esporos coletados nas armadilhas e a severidade de doença na área onde estava a cultura (Zambolim, 2006). Contudo neste trabalho não foi determinada a relação, quantidade de esporos de ferrugem coletados nas armadilhas e o início do controle com fungicidas, sendo então necessária a

realização de mais estudos.

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram encontrados por Godoy & Canteri (2004) que verificaram reduções nos efeitos protetor e curativo de fungicidas, inclusive o epoxiconazole + piraclostrobina, à medida que as aplicações foram feitas mais distante da inoculação de *P. pachyrhizi*.



EXPERIMENTO¹ T1- 30 minutos depois inoculação (DDI); T2- 4 dias depois da inoculação (DDI); T3- 8 DDI; T4- 12 DDI; T5- 16 DDI; T6- 20 DDI; T7- 24 DDI no experimento 1.

EXPERIMENTO² T1-30 minutos antes da inoculação (DAI); T2- 4 dias antes da inoculação (DAI); T3- 8 DAI; T4- 12 DAI; T5- 16 DAI; T6- 20 DAI; T7- 24 DAI no experimento 2.

Figura 1. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja (AACPF) e severidade final ($Y_{máx}$) em função de diferentes épocas de aplicação do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (50 + 133g/l i.a.).

Neste trabalho constatou-se que as aplicações de forma curativa ou protetiva devem ser realizadas o mais próximo possível da inoculação. Recomenda-se que em plantações comerciais de soja as pulverizações devem ser preventivas de acordo com o clima, inóculo presente no ar,

resistência genética das cultivares e os métodos culturais de controle.

REFERÊNCIAS

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

FAOSTAT. Disponível em:

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 20 abr. 2009.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeito protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Londrina, v.29, p. 97-101, 2004.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.1, p.63-68, 2006.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v.67, n.8, p.1051-1056, 1977.

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLER, D. L.; ROYER, M. H. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. **Plant Disease**, 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.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Management of Soybean Rust. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings**. Urbana: College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, 1995, p.6-10.

SINCLAR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAR, J.B.; RUPE, J.C. (Eds). **Compendium of soybean diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. p.25-26.

SOARES, M.R.; RUBIN, S. D.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n.4, p.1245-1247, jul-ago, 2004.

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

YANG, X.B.; ROYER, M.H.; TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Analysis and quantification of soybean rust epidemics from 73 sequential planting experiments. **Phytopathology**, St. Paul, v.80, n.12, p.1421-1427, 1990.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, v. 81, n°11, p.1420-1426, 1991.

YORINORI, J.T.; YORINORI, M.A.; GODOY, C.V. Seleção de cultivares de soja resistentes à ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*). In: XXX Reunião Sul de Soja da Região Sul, 30., 2002, Cruz Alta. **Anais**. Cruz Alta, Embrapa, 2002b. p.94.

YORINORI, J.T.; WILFRIDO, M.P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. Londrina: Embrapa, 2002. (Folder).

ZAMBOLIM, L. Ferrugem Asiática da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado da ferrugem asiática da soja**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2006, cap. 5, p.73-98