

# Manejo de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja

Antonio Luiz Viegas Neto<sup>1</sup>

Cristiano Márcio Alves de Souza<sup>2</sup>

Bruno Fernandes Bertoncetto<sup>3</sup>

Izidro dos Santos de Lima Junior<sup>4</sup>

Lígia Maria Maraschi da Silva Piletti<sup>5</sup>

Márcio Roberto Rigotte<sup>6</sup>

## Resumo

A ferrugem asiática da soja é a principal doença da cultura, e o manejo no uso de fungicidas é importante para se ter um controle eficiente. O objetivo do trabalho foi avaliar o manejo de fungicidas com aplicações sequenciais para o controle da ferrugem asiática da soja. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos com diferentes combinações de fungicidas dos grupos químicos: triazol, estrobilurina, carboxamida e ditiocarbamato. As aplicações foram realizadas com um equipamento de pulverização costal à pressão constante (CO<sub>2</sub>) e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Foram avaliadas a severidade da ferrugem, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), eficiência do controle, massa de 1.000 grãos e produtividade. O fungicida protetor mancozebe em misturas com fungicidas sistêmicos foram mais eficazes para o controle da ferrugem asiática da soja do que fungicidas sistêmicos aplicados sem o fungicida protetor.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação. *Phakopsora pachyrhizi*. Mancozebe.

## Introdução

A principal doença da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, na qual os primeiros sintomas da doença são pequenas lesões foliares com coloração castanha a marrom-escura na parte abaxial da folha (GODOY *et al.*, 2018). No campo, o fungo infecta o tecido foliar de uma ampla gama de hospedeiros, seus uredósporos são liberados por um ostíolo na urédia (GOELLNER *et al.*, 2010).

A ferrugem asiática em condições climáticas favoráveis pode causar danos que podem variar de 10 % a 90 % da produção (HARTMAN *et al.*, 2015). As condições climáticas favoráveis para *P. pachyrhizi* são temperaturas de 15 °C a 25 °C e o mínimo de seis horas de molhamento foliar (NASCIMENTO *et al.*, 2018; EMBRAPA, 2011).

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS). Professor EBTT. [antonio.viegas@ifms.edu.br](mailto:antonio.viegas@ifms.edu.br).

2 Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Professor associado. [csouza@ufgd.edu.br](mailto:csouza@ufgd.edu.br).

3 IFMS. Engenheiro Agrônomo. [brunobertoncello@gmail.com](mailto:brunobertoncello@gmail.com).

4 IFMS. Professor EBTT. [izidro.lima@ifms.edu.br](mailto:izidro.lima@ifms.edu.br).

5 IFMS. Professor EBTT. [ligia.piletti@ifms.edu.br](mailto:ligia.piletti@ifms.edu.br).

6 IFMS. Professor EBTT. [marcio.rigotte@ifms.edu.br](mailto:marcio.rigotte@ifms.edu.br).

Segundo Weirich *et al.* (2013), a resistência genética é a maneira mais eficaz e econômica de evitar danos causados por doenças em plantas cultivadas. Por não haver cultivares de soja resistentes à ferrugem asiática devido à grande variabilidade do patógeno, há dificuldade no controle da doença (NEVES; BLUM, 2013).

O uso de fungicida torna-se uma alternativa eficiente para o controle da doença (GODOY *et al.*, 2018). A aplicação de mais de um grupo de fungicida, com diferentes modos de ação, melhora o controle da doença e prolonga a vida útil dos fungicidas (NASCIMENTO *et al.*, 2018). O uso de fungicidas com o mesmo modo de ação gera um grande risco de seleção de populações resistentes do patógeno (FRAC, 2010).

A dificuldade em controlar a ferrugem da soja com fungicidas está se tornando cada vez mais evidente, comprovada a alta capacidade de adaptação e variabilidade do fungo (SCHMITZ *et al.*, 2014). A resistência, menor sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* a fungicidas do grupo dos inibidores da desmetilação (IDM), inibidores da quinona externa (IQe) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH) já foi confirmada no Brasil (SCHMITZ *et al.*, 2014; KLOSOWSKI *et al.*, 2016; SIMÕES *et al.*, 2018).

A adaptação de *P. pachyrhizi* a fungicidas e sua capacidade de superar genes de resistência mostram que nenhuma solução única será capaz de manter a sustentabilidade da cultura (GODOY *et al.*, 2016). É necessário desenvolver estratégias para garantir o controle econômico da doença, para se ter um máximo de produtividade e rentabilidade.

O uso de fungicidas com ação multissítio é uma estratégia importante que pode contribuir para reverter a diminuição da sensibilidade a fungicidas sistêmicos. Fungicidas com maior espectro de ação, como mancozebe, podem ser aliados no controle da ferrugem da soja (GULLINO *et al.*, 2010). São encontrados relatos do uso desse ativo para aumentar o espectro de ação de programas de controle contendo fungicidas sítio-específico (GODOY *et al.*, 2018).

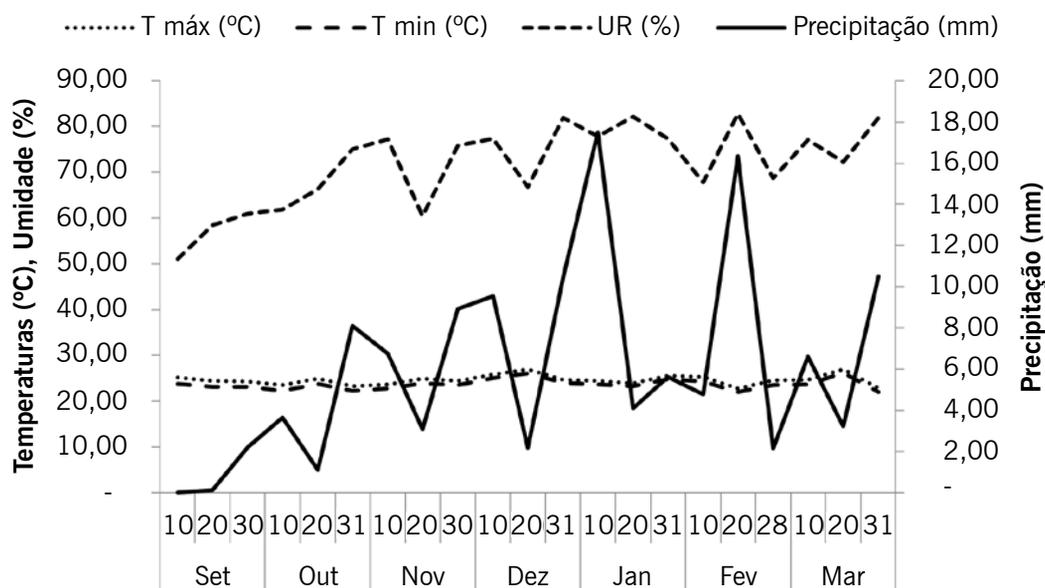
Diante desse contexto, objetivou-se avaliar o manejo de fungicidas com aplicações sequenciais para o controle da ferrugem asiática da soja.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na safra 2018/2019 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, *Campus* Ponta Porã/MS, localizada na Rodovia BR 463, km 14,755 m de altitude, as condições climáticas do período estão apresentadas na Figura 1. A área experimental foi preparada de maneira a adequar-se às condições físicas, químicas e biológicas do solo à cultura da soja, sendo que as adubações de base foram feitas de acordo com a análise de solo e as recomendações da cultura para a região. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,45 m, cultivar de soja M6410, estande de 13 plantas por metro e população final de 290.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sete tratamentos com aplicações de fungicidas + 1 testemunha sem aplicação (TABELA 1). As parcelas tinham 8 linhas de semeadura com 5 metros de comprimento, sendo a área útil de 5,4 m<sup>2</sup>. As aplicações foram realizadas com um equipamento de pulverização costal à pressão constante (CO<sub>2</sub>) dotado de uma barra porta-bicos de 3 metros, com pontas de pulverização AIXR 110015, pressão na barra regulada a 350 kPa e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

**Figura 1** – Precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura da soja, na safra 2018/2019 em Ponta Porã/MS.



Fonte: INMET (2019).

**Tabela 1** – Épocas de aplicação pela escala de Fehr e Caviness (1977) e tratamentos utilizados. Ponta Porã/MS, 2021.

Tratamentos	Época de aplicação		
	V8	R1	R4
T1	Testemunha	-	-
T2	trifloxistrobina + protioconazol <sup>2</sup>	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup>	azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>
T3	-	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup>	azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>
T4	-	picoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>	picoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>
T5	azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup> + mancozebe	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup>	picoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>
T6	trifloxistrobina + protioconazol <sup>2</sup>	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup> + mancozebe	picoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup> + mancozebe
T7	trifloxistrobina + protioconazol <sup>2</sup> + mancozeb	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup> + mancozebe	picoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup> + mancozebe
T8	-	azoxistrobina + benzovindiflupir <sup>1</sup> + mancozebe	azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup> + mancozebe

<sup>1</sup>Adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>adicionado Aureo 0,5 L ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Foi realizado um monitoramento semanal para detecção da ferrugem asiática da soja por meio de coletas de 30 trifólios do terço inferior e médio da cultura. A primeira aplicação foi realizada no dia 20/12/2017, estágio fenológico V8, de maneira preventiva, sem a detecção da doença. A segunda aplicação foi realizada em 04/01/2018, estágio fenológico R1, em que surgiram os primeiros sinais da doença e a terceira aplicação foi realizada em 20/01/2018, estágio fenológico R4. A partir da primeira aplicação do fungicida, foram realizadas coletas semanais de 10 trifólios removidos dos terços inferior e médio das plantas de cada parcela. Avaliou-se a severidade da doença, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a massa de 1.000 grãos e a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

A severidade de ferrugem asiática foi avaliada mediante determinação do percentual de área foliar com sintomas da doença, utilizando-se da escala proposta por Godoy *et al.* (2006). As avaliações foram realizadas aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a primeira aplicação do fungicida. Com os dados de severidade da última avaliação, foi determinada a eficiência de controle (%) dos fungicidas, conforme Godoy *et al.* (2018).

A partir dos dados da severidade da doença, foi construída a curva de progresso e a determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada a partir da metodologia proposta por Campbell e Madden (1990), sendo:

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) \cdot (t_{i+1} - t_i) \quad (1)$$

Em que:

AACPD - área abaixo da curva de progresso da doença;

$y_i$  - proporção da doença na  $i$ -ésima observação;

$t_i$  - tempo em dias na  $i$ -ésima observação;

$n$  - número total de observações.

A colheita dos grãos de soja foi realizada pela remoção manual de todas as plantas presentes em uma área de 5,4  $\text{m}^2$  e em seguida realizada a trilha. Após a trilha, os grãos foram acondicionados em sacos de papel, sendo devidamente identificados e armazenados para posterior limpeza manual e determinação da umidade. As amostras foram pesadas e o valor convertido para 13 % de umidade, sendo os resultados expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$ . A massa de 1.000 grãos foi obtida a partir de três amostras aleatórias dos grãos de cada parcela experimental.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, por meio do teste de Ryan-Joiner, a 1 % de probabilidade. Foi feita análise de variância comparadas pelo teste F a 5 % de probabilidade. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

Aplicou-se a análise de agrupamento utilizando o método de Ward com a medida de similaridade dada pela distância euclidiana, com o objetivo de agrupar os tratamentos com aplicações de fungicidas, definindo a distância de corte igual a 50 % da distância euclidiana máxima.

## Resultados e discussão

A ferrugem da soja foi detectada pela primeira vez na área experimental no dia 04/01/2018, estágio fenológico R1. A condição climática é um fator determinante para o aparecimento da ferrugem da soja, a sobrevivência dos uredósporos é bastante afetada pela temperatura e umidade relativa, uredósporos expostos a temperaturas acima de 40 °C e umidade relativa entre 12 % a 20 % mostraram-se inviáveis

após 4h a 6h (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Em trabalho realizado por Twizeyimana e Hartman (2010), esporos em folhas mantidas a 25 °C, com 34 % de umidade relativa sobreviveram por apenas 15h. Na Tabela 2, apresenta-se o resumo da análise de variância. Houve efeito significativo dos tratamentos para AACPD, massa de 1.000 grãos e produtividade.

Os resultados de severidade, porcentagem de controle e AACPD são mostrados na Tabela 3.

**Tabela 2** – Resumo das análises de variâncias da porcentagem de severidade % (SEV), da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), da massa de 1000 grãos g (M1000) e da produtividade de grãos kg ha<sup>-1</sup> (PROD) na cultura da soja, safra 2018/2019. Ponta Porã/MS, 2021.

FV	Sev	AACPD	M1000	Prod (kg ha <sup>-1</sup> )
Bloco	0,92	21,0	45,2	649.782,9*
Trat	0,99	46,7**	216,4*	750.720,2**
Resíduo	0,72	11,4	63,3	163.914,3

<sup>ns</sup> não significativo, \*\*, \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2021).

**Tabela 3** – Severidade da doença, eficiência no controle (%) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada tratamento com fungicida na cultura da soja, safra 2018/2019. Ponta Porã/MS, 2021.

Tratamentos	Severidade	Controle	AACPD
T1	1,8 A	-	14,5 A
T2	0,7 A	63,9	5,2 B
T3	0,9 A	49,9	8,9 AB
T4	1,3 A	29,7	7,9 AB
T5	0,5 A	70,6	5,2 B
T6	0,4 A	79,6	4,6 B
T7	0,5 A	75,6	3,8 B
T8	0,9 A	49,6	7,5 AB
CV (%)	76,1	-	36,5

\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

T1 – testemunha sem fungicida;

T2 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T3 – azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T4 – picoxistrobina + ciproconazol em R1, picoxistrobina + ciproconazol em R4;

T5 – azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T6 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

T7 – trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

T8 – azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2021).

Nos tratamentos T2, T5, T6 e T7, a AACPD foram menores significativamente que a testemunha. Nesses tratamentos, a aplicação de fungicida começou de maneira preventiva no estágio V8 e nos tratamentos T3, T4 e T8 as aplicações começaram com o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, estágio R1. Fungicidas aplicados de forma preventiva são recomendados como estratégia

mais eficaz no controle da doença (NAVARINI *et al.*, 2007). Reis (2013) ressaltou recomendações a sojicultores para aplicação no final do estágio vegetativo, no fechamento das entrelinhas, que melhoram a deposição do fungicida na camada inferior do dossel da lavoura. Os tratamentos T5, T6 e T7 foram os que apresentaram eficiência no controle acima de 70 %.

Aplicações de fungicidas preventivas ou mais próximos da detecção de ferrugem em soja proporcionam maior controle da doença do que aquelas efetuadas tardiamente (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Rios *et al.* (2010), ao inocularem artificialmente plantas de soja com uredósporo de *P. pachyrhizi*, observaram reduções nos efeitos protetor e curativo de fungicidas à medida que as aplicações foram feitas mais distantes da inoculação.

Alves e Juliatti (2018), em trabalho com aplicação de mancozebe e fungicidas sistêmicos, concluíram que o efeito da adição dos fungicidas protetores com fungicidas sistêmicos variou em função da interação dessas moléculas. Entretanto as aplicações de Alves e Juliatti (2018) se iniciaram quando as plantas estavam no estágio R1, sendo que, de maneira geral, as aplicações preventivas dos fungicidas são mais eficientes no controle da ferrugem em relação a aplicações erradicantes (AUGUSTI *et al.*, 2014), e os fungicidas protetores, quando aplicados em condições ideais, permanecem sobre as folhas e inibem a germinação de esporos em uma gama de hospedeiros e de forma não específica, atuando em diversos sítios das células fúngicas (REIS, 2014; ZAMBOLIM *et al.*, 2008), sendo portanto mais eficientes aplicados preventivamente.

A massa de 1.000 grãos e a produtividade estão apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4** – Massa de 1.000 grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da soja para cada tratamento com fungicida, safra 2018/2019. Ponta Porã/MS, 2021.

Tratamentos	Massa 1.000 grãos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	121,7 B	2.130,2 B
T2	136,0 AB	2.722,9 AB
T3	127,1 AB	3.047,7 AB
T4	134,8 AB	2.966,7 AB
T5	136,5 AB	3.307,7 A
T6	143,6 A	3.393,6 A
T7	142,8 A	3.265,3 A
T8	135,7 AB	3.405,3 A
CV (%)	5,9	5,9

\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

T1 – Testemunha sem fungicida;

T2 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T3 – azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T4 – picoxistrobina + ciproconazol em R1, picoxistrobina + ciproconazol em R4;

T5 – azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T6 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

T7 – trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

T8 – azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2021).

Os tratamentos T6 e T7 foram estatisticamente superiores à testemunha para massa de 1.000 grãos e os tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram superiores à testemunha para a produtividade. Nesses tratamentos houve a adição do fungicida protetor mancozebe.

O mancozeb é um dos fungicidas não sistêmicos mais extensivamente utilizados no mundo, com mecanismo de ação multissítio (GULLINO *et al.*, 2010). Fungicidas protetores, como o mancozeb, vêm sendo utilizados no manejo antirresistência da ferrugem asiática da soja (GODOY *et al.*, 2018). No experimento, a aplicação de mancozeb de maneira preventiva ou na detecção na doença, em misturas com fungicidas sistêmicos, apresentou menor redução na produtividade.

Na Tabela 5 apresentam-se as distâncias euclidianas entre os sete tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem da soja.

**Tabela 5** – Distância euclidiana entre os sete tratamentos com aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem da soja. Ponta Porã/MS, 2021.

	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T2	0	325	244	585	671	542	682
T3		0	81	260	346	218	358
T4			0	341	427	299	439
T5				0	86	43	98
T6					0	128	14
T7						0	140
T8							0

T1 – Testemunha sem fungicida;

T2 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T3 – azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T4 – picoxistrobina + ciproconazol em R1, picoxistrobina + ciproconazol em R4;

T5 – azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir em R1, azoxistrobina + ciproconazol em R4;

T6 – trifloxistrobina + protioconazol em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

T7 – trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe em V8, azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

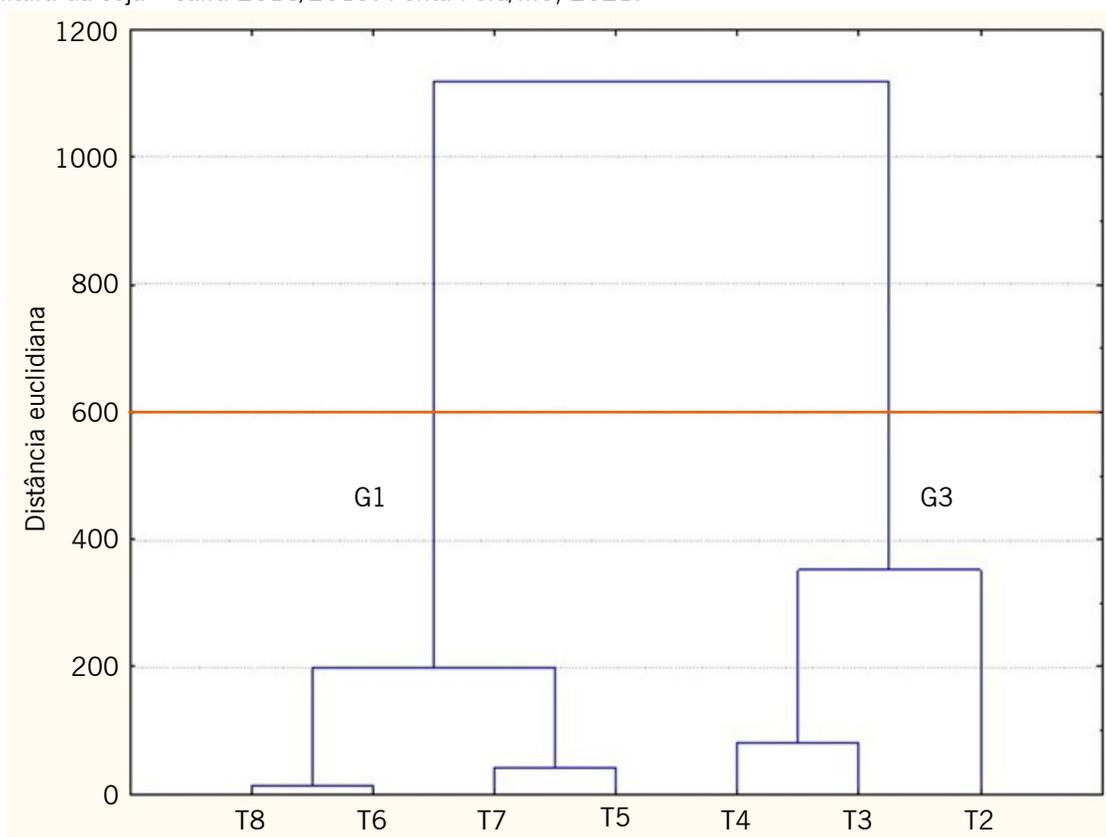
T8 – azoxistrobina + benzovindiflupir + mancozebe em R1, azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe em R4;

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2021).

Na Figura 2, pode-se verificar a análise de agrupamento utilizando o método de Ward com a medida de similaridade dada pela distância euclidiana. Os tratamentos T5, T6, T7 e T8 formaram o grupo 1 (G1), enquanto os tratamentos T2, T3 e T4 formaram o grupo 2 (G2).

Os tratamentos do grupo 1 obtiveram os melhores resultados e foram os tratamentos que tiveram acrescido o fungicida protetor mancozeb, mesmo o tratamento T8 em que a aplicação começou em R1 após a identificação da doença (FIGURA 2). A associação de mancozebe com fungicidas triazóis e estrobilurinas apresentam ação sinérgica ou aditiva (MARQUES, 2017).

**Figura 2** – Dendrograma mostrando a hierarquia de grupos de sete tratamentos com aplicações de fungicidas na cultura da soja – safra 2018/2019. Ponta Porã/MS, 2021.



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2021).

## Conclusões

O fungicida protetor mancozebe, em misturas com fungicidas sistêmicos, foi mais eficaz para o controle da ferrugem asiática da soja do que aplicações somente de fungicidas sistêmicos.

## Fungicide management in the Asian soybean rust

### Abstract

Asian soybean rust is the major crop disease and the management of the use of the fungicide is important for effective control. The objective of this work was to evaluate the management of fungicides with sequential applications to control Asian soybean rust. The experimental design used was a randomized block with four replications and eight treatments with different combinations of fungicides from the following chemical groups: triazole, strobilurin, carboxamide, and dithiocarbamate. The applications were carried out with backpack spray equipment at constant pressure (CO<sub>2</sub>) and a spray rate of 200 L ha<sup>-1</sup>. The severity of rust, the area under the disease progress curve, control efficiency, mass of 1,000 grains, and productivity were evaluated. The protective fungicide mancozeb, in mixtures

with systemic fungicides, were more effective for the control of Asian soybean rust than the systemic fungicides applied without the protective fungicide.

**Keywords:** Application technology. *Phakopsora pachyrhizi*. Mancozeb.

## Referências

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.

AUGUSTI, G. R.; SARI, B. G.; COSTA, I. F. D.; RODRIGUES, J. S.; GUERRA, R. C. Aplicações preventivas e erradicantes de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 3, p. 288-289, 2014.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 655 p.

EMBRAPA, Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2012 e 2013. **Londrina: Embrapa Soja** (Sistema de produção 15), 261 p., 2011.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybeans development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80.)

FRAC. **FRAC recommendations for fungicide mixtures designed to delay resistance evolution**. Jan. 2010. 7p. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures---january-2010.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, 2006.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; DIAS, A. R.; DEUNER, C. C.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; MOREIRA, E. N.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R.; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; FEKSA, H. R.; ARAÚJO JÚNIOR, I. P.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L. M. R.; CARNEIRO, L. C.; CARREGAL, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; VOLF, M. R.; GOUSSAIN, M.; DIAS, M. D.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja. 2018. 8p (Circular Técnica, 138).

GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, E.K.; SCAFFRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, Malden, v. 11, n. 2, p. 169-177. 2010.

GULLINO, M. L.; TINIVELLA, F.; GARIBALDI, A.; KEMMITT, G. M.; BACCI, L.; SHEPPARD, B. Mancozeb, past, present and future. **Plant Disease**, v. 94, n. 9, p. 1076-1087, 2010.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.

KLOSOWSKI, A. C.; MAY DE MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, Durham, North Carolina, EUA, v. 72, p. 1211-1215, 2016.

MARQUES, L. N. **Mancozebe associado ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* × *Glycine max***: respostas fisiológicas das plantas. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11631/Marques%2c%20Leandro%20Nascimento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 ago. 2020.

NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; OLIVEIRA, J. L.; LABORDE, M. C.; PONTIM, B. C. A.; MENDES, M. P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

NAVARINI, L. DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGHETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle Químico da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

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**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2013.

REIS, E. M. Redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas e estratégia para retomar eficiência de controle. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 21, n. 141, p. 21-27, 2014.

REIS, E. M. Critério preventivo. In: REIS, E. M. **Indicadores do momento para a aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças nas culturas da soja e do trigo**. Berthier: Passo Fundo, p. 67-76, 2013.

RIOS, J. A.; ZAMBORLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; LOPES, J. P.; NOGUEIRA JUNIOR, A. F. Efeito protetor e curativo do epoxiconazole mais piraclostrobina no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 3-7, 2010.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, A. C.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outsideinhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 7, p. 378-88, 2014.

SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Berlin, v. 125, p. 21-26, 2018.

TWIZEYIMANA, M.; HARTMAN, G.L. Culturing *Phakopsora pachyrhizi* on detached leaves and urediniospore survival at different temperatures and relative humidities. **Plant Disease**, St Paul, v. 94, n. 12, p. 1453-1460, 2010.

ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS, J. W. C. **Produtos fitossanitários** (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas). Viçosa: UFV, 2008. 652p.

WEIRICH, P. H. W.; FORNARI, A. J.; BAUER, F. C.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. Aplicação de fungicidas em soja com barra de arrasto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 876-882, 2013.

**Submetido:** 07/04/2020

**Aceito:** 05/08/2020