

**Número de aplicações de fungicida e comparação entre cultivares com e sem tolerância no controle da ferrugem asiática da soja**

Deivid Sacon<sup>1</sup>, Aline Netto<sup>1</sup>, Eduardo Silvestrini Tonello<sup>1</sup>, Michele Fochesatto<sup>1</sup>, Brenda Tortelli<sup>1</sup>, Paola Mendes Milanesi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. Laboratório de Fitopatologia, ERS 135, Km 72, 99700-970.

E-mail autor correspondente: paola.milanesi@uffs.edu.br  
Artigo enviado em 29/12/2017, aceito em 10/10/2018.

**Resumo:** A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) pode implicar em perda de toda a lavoura e, por isso, os controles genético e químico são medidas eficientes no manejo integrado dessa doença. Objetivou-se quantificar o dano e o controle da ferrugem asiática, em duas cultivares de soja, frente ao número de aplicações de fungicida (tebuconazol + picoxistrobina, 60 + 100 g i.a ha<sup>-1</sup>) nas cvs. TMG 7262 (Inox) e BMX Tornado, com e sem tolerância à doença, respectivamente. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram dispostos os tratamentos: uma (1) aplicação de fungicida (estádio R1); duas (2) aplicações de fungicida (estádios R1+R5.1); três (3) aplicações de fungicida (estádios V6+R1+R5.1); quatro (4) aplicações de fungicida (estádios V6+R1+R5.1+R5.4); cinco (5) aplicações de fungicida (estádios V6+R1+R5.1+R5.4+R6); e ausência de aplicação (Testemunha). A severidade foi quantificada pela coleta de trifólios para posterior determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e do controle (%). Avaliou-se a produtividade e os componentes de rendimento (número de vagens por planta e peso de mil grãos). A cv. TMG 7262 expressou sintomas da doença 14 dias após a cv. BMX Tornado, independentemente do número de aplicações de fungicidas. Ambas as cultivares testadas foram responsivas à produtividade com 4 e 5 aplicações de fungicida, enquanto que a correlação entre AACPD e produtividade foi semelhante entre as cultivares.

**Palavras-chave:** AACPD, controle químico, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow.

**Number of fungicide applications and comparison between cultivars with and without tolerance in the control of soybean Asian rust**

**Abstract:** Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) can result in the loss of all tillage, and therefore, genetic and chemical controls are efficient measures in the integrated management of this disease. The objective of this study was to quantify the damage and control of Asian rust in two soybean cultivars, in comparison to the number of fungicide applications (tebuconazole + picoxystrobin, 60 + 100 g i.a ha<sup>-1</sup>) in the cvs. TMG 7262 (“Inox”) and BMX Tornado, with and without disease tolerance, respectively. The treatments were arranged in randomized blocks, with subdivided plot and four

replicates. In the plots were arranged the treatments: one (1) fungicide application (stage R1); two (2) fungicide applications (stages R1+R5.1); three (3) fungicide applications (stages V6+R1+R5.1); four (4) fungicide applications (stages V6+R1+R5.1+R5.4); five (5) fungicide applications (stages V6+R1+R5.1+R5.4+R6); and absence of applications (Control). The severity was quantified by collection of trifoliolate leaves, and the area under the disease progress curve (AUDPC) and the control (%) were determined. Productivity and yield components (number of pods per plant and weight of a thousand seeds) were also evaluated. The cv. TMG 7262 expressed symptoms of the disease 14 days after cv. BMX Tornado, regardless of the number of fungicide applications. Both cultivars tested were responsive to productivity with 4 and 5 applications of fungicides, while the correlation between AUDPC and productivity was similar between cultivars.

**Keywords:** AUDPC, chemical control, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow.

### Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas no Brasil, sendo utilizada como matéria-prima para diversos fins, principalmente derivados de óleo e farelo, na alimentação humana e animal (DURÃO; BOLLER, 2017). Na safra 2016/2017 a área cultivada com grãos no país aproximou-se dos 33,85 milhões de hectares, sendo que a soja respondeu por uma produção de 113,03 milhões toneladas (CONAB, 2017).

As doenças se destacam por interferir na produtividade da soja, agindo diretamente no aumento dos custos de produção e limitando o potencial de produtividade da cultura (MELO et al., 2015). Uma das principais doenças da cultura é a ferrugem asiática, cujo agente etiológico é o fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow que, após a infecção, promove o rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos (CASSOL et al., 2017). Epidemias da doença são favorecidas por condições ambientais como molhamento foliar contínuo, promovido pelo orvalho ou pela chuva, e sob condições ótimas de temperatura (18 a 26,5 °C) (Godoy et al., 2016).

Em condições favoráveis à doença, estima-se que a ferrugem

asiática pode causar de 30 a 75% de perdas em lavouras (KLOSOWSKI et al., 2016; MOURA et al., 2016). Na safra 2013/14 o custo do controle chegou a 2,2 bilhões de dólares no país, levando em consideração três aplicações de fungicidas. Já na safra 2015/16 foram realizadas em média 3,3 aplicações, com perspectiva de aumento desse número para as próximas (REIS et al., 2017).

O número de aplicações de fungicidas em diferentes cultivares de soja, locais e safras pode apresentar resultados distintos. Barros et al. (2008), ao testar o número de aplicações de fungicidas (0, 1, 2 e 3 aplicações) usando piraclostrobina + epoxiconazol, sob duas cultivares de soja, em duas épocas de semeadura constataram menor severidade de ferrugem asiática (0,42%) e maior produtividade, 30% superior a testemunha (2250 kg ha<sup>-1</sup>) com a realização de 3 aplicações de fungicidas. Desta forma torna-se importante avaliar a interferência do número de aplicações sob diferentes cultivares.

Nessa perspectiva, a adoção do manejo integrado para a ferrugem asiática da soja se mostra necessário frente ao anseio de eficiência e sustentabilidade no controle dessa doença (MELO et al., 2015). Na soja, o uso de cultivares resistentes tem sido

crescente para várias doenças importantes na cultura, porém o desenvolvimento de genótipos resistentes e/ou tolerantes à ferrugem asiática, bem como a manutenção dessa característica, ainda é um desafio (SILVA et al., 2007; MAPHOSA et al., 2013).

A quantificação dos danos causados pela ferrugem asiática é essencial para a determinação da melhor estratégia de controle da doença (HIKISHIMA et al., 2010), influenciando na escolha de cultivares mais tolerantes e no número apropriado de aplicações fungicidas. Assim, objetivou-se com este trabalho determinar a quantificação de danos e a eficiência de controle da ferrugem asiática, em duas cultivares de soja, com e sem tolerância à doença, frente ao número de aplicações de fungicida.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Erechim, RS (27° 37' 50" S, 52° 14' 11" O; altitude: 753 m), na safra 2016/17. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo fundamental C, subtipo fa, caracterizado como subtropical úmido, sem estação seca definida, com a temperatura do mês mais quente superior a 22 °C, temperatura média anual de 18,2 °C e precipitação média anual de 1.869 mm (CEMETRS, 2012). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (*Oxisol*), unidade de mapeamento Erechim (EMBRAPA, 2013) e, conforme a análise química (camada 0-10 cm), apresentou: argila: 75,9%; areia: 7,0%; silte 17,1%; matéria orgânica: 3,6%; pH: 5,4; P: 5,7 mg dm<sup>-3</sup>; K: 89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 5,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 2,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e CTC: 14,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

Para a condução do experimento foram utilizadas as cvs. TMG 7262 (Inox) e BMX Tornado, ambas de ciclo de

maturação 6.2, semeadas no dia 25/11/2016, em espaçamento de 0,5 m entrelinhas e com uma densidade de 12 sementes por metro linear, a fim de se obter um estande final de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>. O experimento foi implantado sob uma área em pousio há 5 anos, na qual realizou-se o controle das plantas daninhas com os herbicidas glyphosate (1.240 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) e saflufenacil (35 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), ambos aos 30 dias antes da semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com 4 repetições. Cada parcela teve dimensões de 3,0 m de largura por 4,0 m de comprimento, totalizando 12,0 m<sup>2</sup>, sendo considerada uma área útil de 4,0 m<sup>2</sup>. Nas parcelas principais foram dispostas as cvs. TMG 7262 (Inox) e BMX Tornado e nas subparcelas, os seguintes tratamentos, considerando-se o número de aplicações de fungicida: T1) uma aplicação (estádio R1); T2) duas aplicações (estádios R1+R5.1); T3) três aplicações (estádios V6+R1+R5.1); T4) quatro aplicações (estádios V6+R1+R5.1+R5.4); T5) cinco aplicações (estádios fenológicos V6+R1+R5.1+R5.4+R6); e T6) Testemunha, sem aplicações de fungicida.

Antes da semeadura, as sementes de ambas as cultivares foram tratadas com 200 mL de produto comercial, contendo inseticida fipronil e fungicidas piraclostrobina + metil tiofanato, para cada 100 kg de sementes, conforme a bula do produto. No dia da semeadura, as sementes receberam 50 mL de inoculante líquido contendo *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e 5080) para cada 50 kg de sementes. Foi realizada a adubação com fertilizante mineral N-P-K (fórmula 00-20-20), na proporção de 350 kg ha<sup>-1</sup>.

Para as aplicações, utilizou-se o fungicida tebuconazol + picoxistrobina

(60 + 100 g i.a ha<sup>-1</sup>, que equivale a 500 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial), acrescido de óleo mineral 0,5% (v/v), conforme recomendações da bula. As aplicações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão de 40 lb pol<sup>-2</sup> e ponta cônica TXA 8002VK, regulado para uma vazão de 150 L ha<sup>-1</sup> e conforme condições meteorológicas discriminadas na Tabela 1.

Quanto aos demais tratos culturais, realizaram-se duas aplicações de glyphosate, em pré e pós-emergência, no estágio V5, com dose de 1550 g i.a ha<sup>-1</sup>; metomil + novaluron, na dose de 220 + 17,5 g i.a ha<sup>-1</sup>, em V5 e R1; e bifentrina + imidacloprid, na dose de 75 + 15 g i.a ha<sup>-1</sup>, em V4 e R5.1. Para todas as aplicações de herbicidas foram considerados os níveis de dano econômico estabelecidos para a cultura (SALVADORI et al., 2016).

**Tabela 1.** Umidade relativa do ar (UR, %), temperatura (°C) e velocidade do vento (m/s) nas datas em que foram realizadas as aplicações de fungicidas em diferentes estádios fenológicos da soja. Erechim, 2017.

Estádio fenológico da cultura	Data	Condições no momento de aplicação <sup>1</sup>		
		UR (%)	Temperatura (°C)	Vento (m/s)
V6	08/01/2017	65	28,0	1,8
R1	23/01/2017	62	26,0	0,9
R5.1	06/02/2017	61	24,3	2,8
R5.4	21/02/2017	63	27,7	2,0
R6	07/03/2017	67	27,6	0,5

<sup>1</sup> Fonte: INMET.

As avaliações do progresso da doença iniciaram-se no momento da identificação dos primeiros sintomas de ferrugem asiática. Para isso, foram analisadas dez amostras foliares (trifólios) por parcela, em intervalos de 7 dias, comparados por meio da escala diagramática de Canteri et al. (2006) para avaliação da severidade da doença. Com base nas informações obtidas, foi possível determinar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de AACPD foram calculados conforme a equação proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum \left\{ \left[ \frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right] x (t_{i+1} - t_i) \right\}$$

, em que:

Y<sub>i</sub> e Y<sub>i+1</sub>: valores de duas leituras consecutivas de severidade; e t<sub>i</sub> e t<sub>i+1</sub>: datas das duas leituras.

Procedeu-se a determinação dos componentes de rendimento: número de vagens por planta e peso de mil grãos – PMG (g), para cada tratamento. Para a quantificação do número de vagens por planta, foram coletadas aleatoriamente 10 plantas por parcela, antes da colheita. O peso de mil grãos referente a cada amostra foi posteriormente somado ao peso total de grãos de cada tratamento, a fim de obter-se a produtividade média (kg ha<sup>-1</sup>).

Após a colheita das plantas presentes na área útil de cada parcela, realizou-se a trilha das amostras com o auxílio de uma trilhadora estacionária de parcelas para estimar a produtividade média (kg ha<sup>-1</sup>) de cada tratamento. Antes da determinação do PMG, uma amostra de grãos de cada parcela foi utilizada para a quantificar a

umidade (%), pelo método da estufa a 105 °C (BRASIL, 2009).

Na determinação do PMG, consideraram-se oito repetições de 100 grãos cada, conforme metodologia preconizada pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A umidade de cada amostra foi corrigida para 13%.

Os dados de produtividade, componentes de rendimento, severidade, AACPD e controle foram submetidos à análise de variância por meio do teste F ( $p \leq 0,05$ ) e, se significativos, à comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas por meio do *software* estatístico ASSISTAT versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2009).

A relação entre AACPD e produtividade foi estimada pela equação linear  $y = a+bx$ , obtida por meio de análise de regressão, em que “y” é a produtividade estimada em função de “x”, que representa a AACPD. O coeficiente de regressão “a” representa a produtividade na ausência da doença e “b” indica o dano em produtividade causado por uma unidade de AACPD. As análises foram realizadas por meio do *software* Sigma Plot versão 11.0.

### Resultados e Discussão

As cultivares BMX Tornado e TMG 7262 apresentaram comportamento distinto em relação à AACPD e controle da ferrugem asiática, representando uma diferença de sensibilidade entre as cultivares para o fungo *P. pachyrhizi* (Tabela 2). No

tratamento sem aplicação de fungicida a cultivar BMX Tornado apresentou uma AACPD de 754,00; já a cultivar TMG 7262 de 613,93, ou seja, houve um controle de 18,63% em detrimento da cultivar. Nos demais tratamentos com aplicações de fungicida observou-se comportamento semelhante entre as cultivares.

Em geral todos os tratamentos com aplicações de fungicida proporcionaram menor AACPD e maior controle da doença. A partir da terceira aplicação, todos os tratamentos apresentaram controle superior a 80%, chegando a 95,7% de controle com 5 aplicações de fungicida na cultivar TMG 7262; e 96,0% na cultivar BMX Tornado (Tabela 2). Dessa forma, redução significativa da AACPD e aumento de controle foram obtidos nos tratamentos com 3 (V6+R1+R5.1), 4 (V6+R1+R5.1+R5.4) e 5 (V6+R1+R5.1+R5.4+R6) aplicações, sendo que para ambos, a primeira aplicação foi posicionada em V6.

Esses resultados corroboram os obtidos por Barros et al. (2008) que relataram redução na severidade da ferrugem asiática quando foram realizadas três aplicações de fungicidas. Do mesmo modo, Garcés-fiallos e Forcelini (2013) e Godoy et al. (2016) apontaram que o número médio de aplicações pode variar de duas a seis, de acordo com as regiões e entre as safras, principalmente em função da pressão de inóculo do patógeno presente no ambiente

**Tabela 2.** Controle (%) de ferrugem asiática da soja para as cultivares BMX Tornado e TMG 7262 e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), em função do número de aplicações de fungicida.

Cultivar	Número de aplicações						Média
	0	1	2	3	4	5	
	----- Controle (%) -----						
BMX Tornado	0,0 bD*	48,5 aC	65,9 aB	83,0 aA	89,7 aA	96,0 aA	63,8
TMG 7262	18,6 aC	48,9 aB	55,6 aB	88,1 aA	90,3 aA	95,7 aA	66,2
Média	9,3	48,7	60,7	85,5	90,0	95,9	
C.V. (%)	11,5						
	----- AACPD -----						
BMX Tornado	754,0 aA	388,2 aB	256,9 bC	128, aD	77,0 aD	29,7 aD	272,3
TMG 7262	613,9 bA	360,2 aB	334,6 aB	89,6 aC	72,6 aC	31,9 aC	250,5
Média	683,9	374,2	295,8	108,8	74,8	30,8	
C.V. (%)	18,5						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A aplicação preventiva de fungicida torna-se importante visto a proteção das plantas em estádios de maior susceptibilidade a doença e, além disso, maiores percentuais de controle da ferrugem asiática e de produtividade relacionam-se com as aplicações preventivas de fungicidas (XAVIER et al., 2017).

A infecção pelo patógeno no tratamento Testemunha (0 aplicações) foi verificada na primeira avaliação para ambas as cultivares (Tabela 3). Para a cv. TMG 7262, o início da severidade de ferrugem asiática nos tratamentos com aplicações de fungicida foi verificado apenas na terceira avaliação, porém, com maiores percentuais naqueles com uma e duas aplicações, respectivamente (Tabela 3). Já na cv. BMX Tornado, o surgimento dos sintomas de ferrugem asiática nas parcelas foi retardado a partir de duas aplicações. Cabe ressaltar que a severidade da ferrugem asiática está diretamente relacionada a altas temperaturas e a frequência de chuvas ao longo do ciclo da cultura (GODOY et al., 2009). Os tratamentos com 3, 4 e 5

aplicações não diferiram entre si ao longo das 5 avaliações, mantendo o percentual final de severidade abaixo de 19% para cv. BMX Tornado e de 11% na cv. TMG 7262. No patossistema soja vs. ferrugem asiática, a aplicação preventiva de fungicidas é uma importante ferramenta e os produtos registrados para o controle dessa doença e que estão disponíveis no mercado, em sua maioria, atuam limitando os ciclos iniciais da doença e a sua multiplicação na lavoura (REZENDE et al., 2011; DALLA LANA et al., 2015). A aplicação preventiva apresenta a vantagem de uma melhor distribuição do produto no dossel, já que a uniformidade de pulverização sobre o alvo, principalmente em camadas inferiores, está intrinsecamente ligada a um melhor desempenho do tratamento (GARCÉS-FIALLOS; FORCELINI, 2013).

A utilização de 3, 4 e 5 aplicações de fungicida, possibilita o posicionamento destas em momentos importantes ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja, retardando o estabelecimento inicial da ferrugem asiática e evitando a infecção entre as

aplicações, protegendo a planta por um maior tempo. O estabelecimento da doença, número de ciclos e o período de latência, são fatores determinantes para o sucesso da lavoura, sendo assim é necessário que o programa de aplicação de fungicidas atue sobre esses fatores, a

fim de reduzir a severidade da doença e seu impacto na produtividade (REIS et al., 2017).

**Tabela 3.** Severidade (%) de ferrugem asiática da soja, nas cultivares BMX Tornado e TMG 7262, em função do número de aplicações de fungicida, com intervalo de sete dias entre as avaliações.

Número de aplicações	Avaliações				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
----- Severidade (%) -----					
BMX Tornado					
0	2,0 a*	4,5 a	15,5 a	50,5 a	71,8 a
1	0,3 b	0,6 b	12,5 b	18,0 b	48,4 b
2	0,0 b	0,1 bc	4,5 c	12,5 bc	39,1 b
3	0,0 b	0,0 c	2,0 d	7,0 cd	18,6 c
4	0,0 b	0,0 c	0,9 d	3,5 d	11,1 c
5	0,0 b	0,0 c	0,0 d	2,0 d	4,5 c
C.V. (%)	36,8	27,8	15,9	21,9	19,3
TMG 7262					
0	1,0 a	2,9 a	13,5 a	38,0 a	64,6 a
1	0,0 b	0,0 b	10,5 ab	24,0 ab	42,5 b
2	0,0 b	0,0 b	7,0 b	21,2 b	39,1 b
3	0,0 b	0,0 b	2,0 c	5,7 c	10,6 c
4	0,0 b	0,0 b	1,0 c	4,5 c	10,3 c
5	0,0 b	0,0 b	0,0 c	2,0 c	5,1 c
C.V. (%)	25,7	22,8	32,6	39,3	20,7

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na avaliação dos componentes de rendimento não foi observada interação significativa entre as variáveis cultivar e número de aplicações (Tabela 4). Observou-se que na cv. BMX Tornado houve uma maior redução no peso de mil grãos (PMG), sendo os menores valores constatados nos tratamentos Testemunha (sem aplicação) e com 1, 2 e 3 aplicações. Para a cv. TMG 7262 obteve-se a maior redução no PMG no tratamento Testemunha. Estes resultados convergem com os obtidos por Barros et al. (2008), em que a maior

severidade de ferrugem asiática acarretou redução nessa variável.

Referente ao número de vagens por planta, a cv. TMG 7262 não apresentou diferença estatística, enquanto que a cv. BMX Tornado obteve maior número de vagens nos tratamentos com 4 e 5 aplicações, sendo 47 e 51,3 vagens por planta, respectivamente (Tabela 4). Com relação à produtividade, os tratamentos com 1 e 2 aplicações não diferiram da Testemunha para ambas as cultivares testadas. Na cv. BMX Tornado, os tratamentos com 3, 4 e 5 aplicações

alcançaram produtividade superior em relação à ausência de aplicação (3081,5 kg ha<sup>-1</sup>), sendo esta de 48% (4576,6 kg

ha<sup>-1</sup>) com 3 aplicações, 40% (4333,4 kg ha<sup>-1</sup>) com 4 aplicações e de 57% (4841,9 kg ha<sup>-1</sup>) com 5 aplicações.

**Tabela 4.** Produtividade média de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), Número de vagens por planta e peso de mil grãos (PMG, g), nas cultivares de soja BMX Tornado e TMG 7262, em função do número de aplicações de fungicida para o controle de ferrugem asiática.

Número de aplicações	BMX Tornado	TMG 7262	BMX Tornado	TMG 7262	BMX Tornado	TMG 7262
	Produtividade média (kg ha <sup>-1</sup> )		Número de vagens por planta		PMG (g)	
0	3081,5 c	3294,5 c	36,2 b	38,4 a	159,5 c	175,0 b
1	3160,5 c	3771,5 bc	37,5 b	44,3 a	166,3 bc	185,8 ab
2	3499,6 bc	3529,6 bc	38,7 b	36,5 a	159,9 c	195,8 a
3	4576,6 ab	4043,1 b	38,5 b	42,4 a	174,0 bc	191,5 ab
4	4333,4 a	4672,0 a	47,0 ab	42,8 a	186,7 ab	201,7 a
5	4841,9 a	4960,0 a	51,3 a	44,5 a	200,0 a	197,5 a
C.V. (%)	12,7	5,8	12,8	10,7	6,1	4,0

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na cv. TMG 7262 observou-se melhor resposta de produtividade aos tratamentos com 4 e 5 aplicações, pois houve um incremento de 40% (4672,0 kg ha<sup>-1</sup>) e 57% (4960,0 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, em relação às parcelas sem tratamento fungicida (3294,5 kg ha<sup>-1</sup>). Nesse contexto, Barros et al. (2008) apontaram que a ferrugem asiática pode ser eficientemente controlada com os fungicidas pyraclostrobin + epoxiconazole desde que as pulverizações sejam realizadas no início da infecção.

A relação entre produtividade e severidade da doença no patossistema soja vs. ferrugem asiática, é uma importante ferramenta na estimativa de dano e na determinação do limiar de dano econômico (HIKISHIMA et al., 2010; DALLA LANA et al., 2015). Dessa forma, as relações obtidas a partir da regressão linear entre produtividade e AACPD foram significativas para as duas cultivares de soja avaliadas (Figura 1), sendo que para a cv. BMX Tornado, cada unidade de AACPD provoca uma

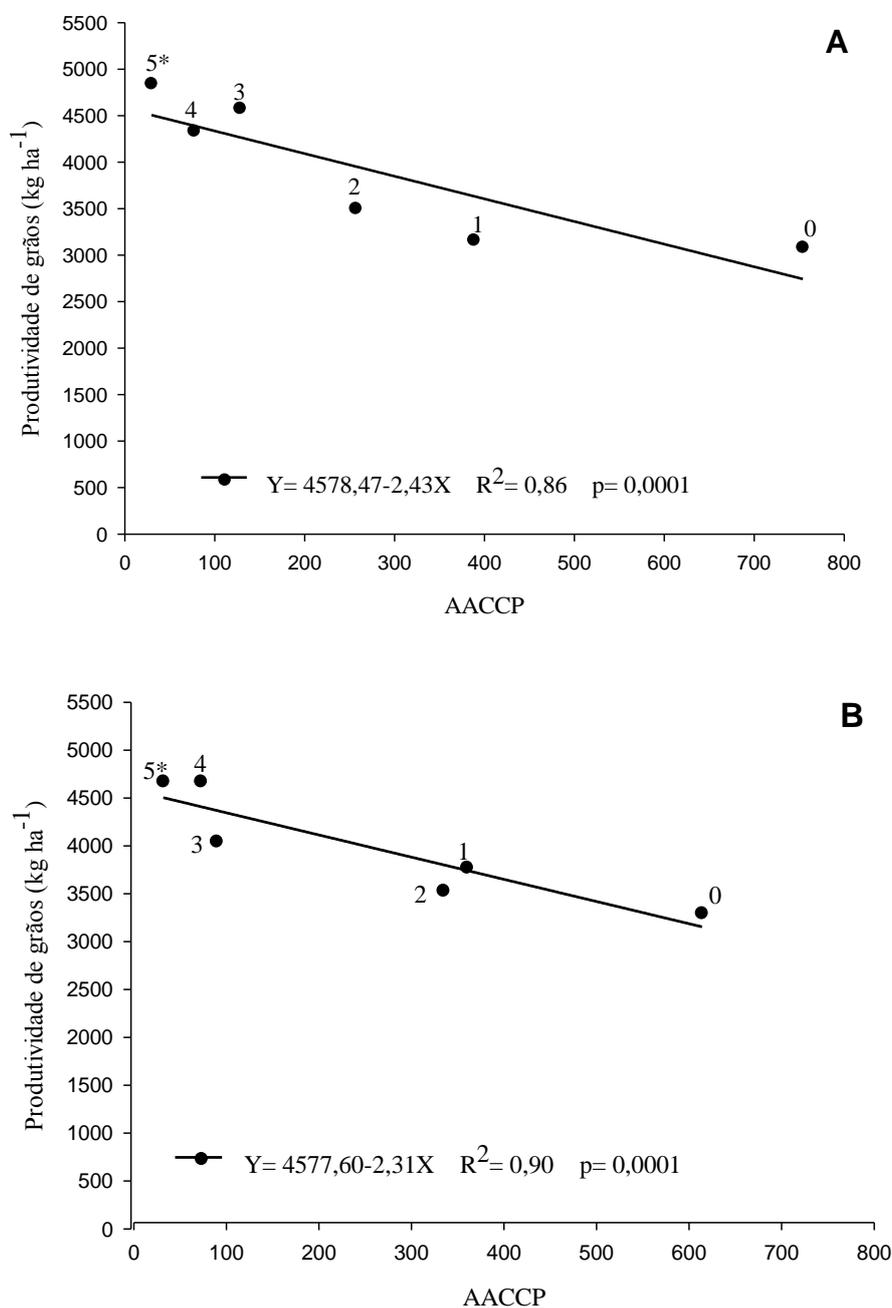
redução de 2,43 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto na cv. TMG 7262, a redução por unidade de AACPD é de 2,31 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, ambas as cultivares apresentaram índices semelhantes.

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com Hikishima et al. (2010), os quais observaram que a produtividade de cultivares de soja semeadas em duas épocas distintas apresentaram relação linear negativa em função da AACPD, com coeficientes (R<sup>2</sup>) variando de 85,9% a 95,2%. Ainda, segundo os autores, houve variação da relação de AACPD com a produtividade em função da safra, pois naquelas com baixa severidade da doença, o início da epidemia afeta diretamente a severidade final, impactando a AACPD.

Em anos com alta severidade de ferrugem asiática, a relação entre AACPD e produtividade pode sofrer interferência dos métodos de controle utilizados e, dentre eles, pode-se mencionar o genético, o químico e o cultural (épocas de semeadura) (HIKISHIMA et al., 2010). Dalla Lana et al. (2015) através de um modelo meta-

analítico, avaliaram os coeficientes de regressão em mais de 200 trabalhos realizados a campo e verificaram uma

relação diretamente negativa entre a quantificação de ferrugem asiática da soja e o rendimento da cultura.



**Figura 1.** Relações entre área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e produtividade para as cultivares BMX Tornado (A) e TMG 7262 (B), na safra 2016/17, em função do número de aplicações de fungicida (pontos pretos) para o controle de ferrugem asiática. \*Valores médios observados em cada tratamento.

Portanto, diante da busca pela integração de métodos de manejo que visem reduzir a pressão de seleção em

*Phakopsora pachyrhizi* e, conseqüentemente, a perda na eficiência de fungicidas para o controle da doença,

a resistência genética combinada com o controle químico adequado, é uma medida que melhora o controle do patógeno, reduzindo danos. Com isso, a infecção é retardada, diminuindo o número de ciclos de *Phakopsora pachyrhizi* na lavoura.

### Conclusões

A cv. TMG 7262 é mais resistente à ferrugem asiática em comparação a cv. BMX Tornado e retarda a incidência da doença em 14 dias, independentemente do número de aplicações do fungicida tebuconazol + picoxistrobina.

Ambas as cultivares testadas são responsivas à produtividade com 4 e 5 aplicações do fungicida tebuconazol + picoxistrobina, enquanto que a relação entre AACPD e produtividade é semelhante entre elas.

### Referências

- BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Efeito do número de aplicação de fungicida no controle da ferrugem da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 239-245, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CANTERI, M.G.; KOGA, L.J.; GODOY, C.V. Escala diagramática para estimar desfolha provocada por doenças em soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 4<sup>o</sup>, 2006, Londrina. **Resumos**. Londrina: Embrapa, 2006, p.106.
- CASSOL, W. S.; SCHWERZ, L. A.; TIRONI, S. P.; SILVA, V. N. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à diferentes tratamentos da ferrugem asiática. **Agrarian Academy**, Goiânia, v.4, n.7, p. 392 – 402, jul, 2017.
- CEMETRS – Centro Estadual de Meteorologia, 2012. “**Atlas climático do Rio Grande do Sul**”. 2017. Disponível em: <  
<http://www.r3pb.com.br/AtlasCemetRS/#/>> Acesso em: 17 mai. 2017.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos: Sétimo levantamento: safra 2016/17, 2017**. Disponível em:<  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_12\\_10\\_37\\_57\\_bol\\_etim\\_graos\\_mai\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_bol_etim_graos_mai_2017.pdf)> Acesso em: 17 mai. 2017.
- DALLA LANA, F.; ZIEGELMANN, P. K.; MAIA, A. H. N.; GODOY, C. V.; DEL PONTE, E. M. Meta-Analysis of the Relationship Between Crop Yield and Soybean Rust Severity. **Phytopathology**, Ithaca, v. 105, n. 3, p. 07-315, 2015.
- DURÃO, C. F.; BOLLER, W. Spray nozzles performance in fungicides applications for asian soybean rust control. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 37, n.4. p. 709-716, 2017.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- GARCÉS-FIALLOS, F.R; FORCELINI, C.A. Controle comparativo da ferrugem asiática da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurina. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 805-815, 2013.
- GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. F. V. Doenças da Soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5.ed. Ouro Fino-

MG: Editora Agronômica CERES Ltda, 2016. p. 657-676.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; PONTE, E. M. del. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Londrina, v. 34, n.1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; GUIMARÃES, F. C.M.; 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.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. G.; SILVA, A. J. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 96-103, 2010.

KLOSOWSKI, A.C. et al. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1211-1215, 2016.

MAPHOSA, M.; TALWANA, H.; TUKAMUHABWA, P. Assessment of comparative virulence and resistance in soybean using field isolates of soybean rust. **Journal of Agricultural Science**, Sri Lanka, v.5, n.5, p.249-257, 2013.

MELO, C. L. P; ROESE, A. D; GOULART, A. C. P. Tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.8, p.1353-1360, 2015.

MOURA, B.; BOLLER, W.; DEUNER, C. C. In vitro determination of fungicide inhibitory concentration for phakopsora pachyrhizi isolates. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.2, p. 170-171, 2016.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; ZANATTA, M.; SILVA, L. H. C. P.; SIQUERI, F. V.; SILVA, J. R. C. **Evolução de redução de sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas e estratégias para recuperar a eficiência do controle**. 3.ed. Passo Fundo: Berthier, 2017. 104 p.

REZENDE, J. A.M.; AMORIM, A.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 2.ed. v. 1. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. 703 p.

SALVADORI, J. R.; BACALTCHUK, B.; DEUNER, C. C.; LAMAS JÚNIOR, G. L. C.; RIZZARDI, M. A.; LANGARO, N.C.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; BOLLER, W. (Org.). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018**. 41ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. 1. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2016, 128 p.

SILVA, F.de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. **Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: < <http://www.assistat.com/indexp.html> >. Acesso em: 4 Ago. 2016.

SILVA, V. A. S.; JULIATTI, F. C.; SILVA, L. A. S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1261-1268, set. 2007.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

XAVIER, S. A.; MARTINS, D. C.; FANTIN, L. H.; CANTERI, M. G. Older leaf tissues in younger plants are more susceptible to soybean rust. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.39, n.1, p.17-24, 2017.