

Avaliação da eficácia de sulfato de cobre no manejo de *Phakopsora pachyrhizi* e *Erysiphe diffusa*

SILVA, T.R.¹; CEBALLOS, G.A.¹; GUARNIERI, C.C.O.¹; PAES JUNIOR, R.¹

¹Rotam do Brasil Agroquímicos Ltda, Campinas, SP, tamarasilva@rotam.com.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L.) tem um importante papel no cenário econômico do Brasil, correspondendo a 35,8 milhões de hectares e produtividade média de 3168 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Um dos fatores mais limitantes para obtenção de altos rendimentos são as doenças foliares. Entre estas doenças destacam-se *Phakopsora pachyrhizi* e *Erysiphe diffusa*.

O oídio na soja é causado pelo patógeno *E. diffusa* e em cultivares de soja suscetíveis, as perdas de produtividade podem chegar a 50 % (Igarashi et al., 2010).

A ferrugem-asiática da soja causada pelo fungo *P. pachyrhizi* tem alto potencial de dano, sendo facilmente disseminada pelo vento e favorecida pelo extenso cultivo.

Populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis à inibidores da desmetilação (triazóis), inibidores da quinona externa (estrobirulinas) e os inibidores de succinato desidrogenase (carboxamidas) já foram detectadas (FRAC, 2017; Klosowski et al., 2015; Schmitz et al., 2013; Simões et al., 2017 *apud* Seixas et al., 2018).

Os fungicidas podem ser classificados de acordo com o modo de ação, em sítio-específicos ou multissítios. Fungicidas que tem ação específica atuam apenas em um ponto da via metabólica do patógeno ou contra uma enzima ou proteína necessária para o desenvolvimento do fungo. Fungicidas multissítios interferem em vários locais metabólicos do fungo provocando um colapso interno e posterior morte do patógeno (McGrath et al., 2004).

Desta forma a associação de fungicidas de modos de ação diferentes com produtos multissítios vão de encontro aos princípios de manejo integrado de doenças e corresponde a um pilar importante no manejo de anti-resistência.

Portanto, o trabalho tem como objetivo identificar a dose de sulfato de cobre associado a estrobirulina e triazol que proporciona a maior eficiência de controle destas doenças.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Artur Nogueira, SP nas coordenadas 22°31'48" S e 47°07'01" O com 710 m de altitude. O clima é quente e temperado e pode ser caracterizado como Cwa na classificação de Köppen com 19,8 °C de temperatura média e 1295 mm de pluviosidade média anual. O solo da área foi identificado como Latossolo Vermelho férrico de textura média.

A cultivar utilizada foi a BMX Potencia RR semeada no dia 28/02/2018, tendo como cultura antecessora o milho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituído de nove tratamentos e quatro repetições. Cada parcela continha 3,0 m de largura por 5,0 m de comprimento, totalizando 15,00 m². Os tratamentos culturais (tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas, adubação de base, aplicação de inseticidas e herbicidas) foram realizadas conforme padrão local.

Os tratamentos eram compostos por: picoxistrobina + ciproconazole (Dupont) associado a seis diferentes doses de sulfato de cobre (Rotam), picoxistrobina + ciproconazole + hidróxido de cobre (Oxiquímica), picoxistrobina + ciproconazole + mancozebe (UPL), testemunha sem aplicação, cujas doses dos fungicidas estão apresentadas na Tabela 1.

A aplicação dos tratamentos foi realizada utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, acoplado a uma barra de pulverização de seis pontas do tipo leque (Teejet Turbojet Série 110 02) e volume de calda de 200 L ha⁻¹.

As aplicações foram realizadas em R1 (início do florescimento), R3 (início da formação de legumes) e R5 (enchimento de grãos) de acordo com a escala de Yorinori (1996), correspondendo à 36, 48 e 57 dias após a semeadura.

Foram realizadas quatro avaliações de severidade de ferrugem asiática e oídio. Para as avaliações de *P. pachyrhizi* utilizou-se a escala proposta por Godoy et al. (1997). Avaliou-se quatro pontos nas linhas centrais de cada parcela, nos terços médio e superior das plantas, totalizando oito folíolos por parcela. A quantificação de *E. diffusa* foi realizada atribuindo nota geral de desenvolvimento da doença de acordo com a escala proposta por Mattiazzi et al. (2003).

Para elaboração da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) os valores médios de severidade foram adicionados ao software ARM® versão 9.1.0. A eficiência de controle foi calculada de acordo com a equação $((AACPD_{\text{test}} - AACPD_{\text{trat}})/AACPD_{\text{test}}) * 100$ onde AACPD_{trat} e AACPD_{test} são os valores de AACPD do tratamento analisado e da testemunha respectivamente.

Para obtenção da dose que proporcionasse o potencial máximo de controle das doenças foi utilizado o modelo de regressão polinomial.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5% de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Em relação a AACPD de ferrugem asiática todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha. Porém, entre os fungicidas testados, menores níveis da doença foi observado no tratamento picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre (0,40 + 0,30 L p.c ha⁻¹). Para oídio, os tratamentos picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre (0,40 + 0,12 L p.c ha⁻¹), picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre (0,40 + 0,21 L p.c ha⁻¹), picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre (0,40 + 0,30 L de p.c ha⁻¹) apresentaram redução no desenvolvimento da doença assemelhando-se a picoxistrobina + ciproconazole + hidróxido de cobre (0,40 + 0,50 L p.c ha⁻¹) e picoxistrobina + ciproconazole + mancozebe (0,40 + 1,50 L ou kg p.c ha⁻¹) (Tabela 2).

Todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 90 % de controle para ambas as doenças avaliadas (Tabela 3).

Através da regressão polinomial as doses que apresentaram máximo potencial de controle para *P. pachyrhizi* e *E. diffusa* estão entre 0,12 e 0,13 (L p.c ha⁻¹) de sulfato de cobre (Figura 1).

Conclusão

De acordo com a análise de regressão, as doses (L p.c ha⁻¹) entre 0,12 e 0,13 de sulfato de cobre associado à picoxistrobina + ciproconazole (0,40 L p.c ha⁻¹) foram as que atingiram potencial máximo de controle de *P. pachyrhizi* e *E. diffusa*, sendo uma importante ferramenta no manejo anti-resistência desses patógenos.

Referências

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2018/2019.** Brasília: CONAB. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

GODOY, C. V., CARNEIRO, S. M. T. P. G., IMAUTI, M. T., DALLA PRIA, M., AMORIM, L., BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 104, p. 336-345, 1997.

IGARASHI, S.; OLIVEIRA, G. M.; CAMARGO, L. C. M.; FALKOSKI FILHO, J.; GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G. Danos causados pela infecção de oídio em diferentes estádios fenológicos da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 245-250, 2010.

MATTIAZZI, P. **Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja**. 2003. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MCGRATH, M. T. What are fungicides? **The Plant Health Instructor**. 2004. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01.

SEIXAS, C. D. S.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T. DE; SERATTO, C. D.; GHELLER, J. A.; OLIVEIRA, A. B. de. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017/2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 19 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 141).

YORINORI, J. T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja no Brasil Central**. Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 301-363.

Tabela 1. Tratamentos de fungicidas para controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e oídio (*Erysiphe diffusa*) da soja. Arthur Nogueira, SP, safra 2017/18.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Doses	
		i.a. ¹ (g ha ⁻¹)	p.c. ² (mL ha ⁻¹ ou g ha ⁻¹)
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 2,76	400 + 60
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 3,68	400 + 80
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 4,60	400 + 100
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 5,52	400 + 120
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 9,66	400 + 210
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	picoxistrobina + ciproconazole + sulfato de cobre	80 + 32 + 13,80	400 + 300
Aproach® Prima + Supera®	picoxistrobina + ciproconazole + hidróxido de cobre	80 + 32 + 269	400 + 500
Aproach® Prima + Unizeb Gold®	picoxistrobina + ciproconazole + mancozebe	80 + 32 + 1125	400 + 1500
Testemunha sem aplicação	-	-	-

¹i.a = ingrediente ativo, ²p.c = produto comercial.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de *Phakopsora pachyrhizi* e *Erysiphe diffusa* em função dos tratamentos aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Artur Nogueira, SP, safra 2017/18.

Tratamentos	Doses (mL p.c ha ⁻¹)	AACPD			
		<i>P. pachyrhizi</i>		<i>E. diffusa</i>	
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 60	109,02	b ¹	128,60	bc
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 80	67,30	c	107,30	c
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 100	72,60	c	110,00	b
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 120	55,70	cd	81,70	cd
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 210	53,20	cd	77,50	cd
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 300	40,00	d	76,20	cd
Aproach® Prima + Supera®	400 + 500	64,70	c	95,10	cd
Aproach® Prima + Unizeb Gold®	400 + 1500	66,80	c	91,50	d
Testemunha sem aplicação	-	1180,70	a	1702,10	a
CV %			3,59	7,40	

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Eficiência de controle de *Phakopsora pachyrhizi* e *Erysiphe diffusa* em função dos tratamentos aplicados durante o ciclo da cultura da soja. Arthur Nogueira, SP, safra 2017/18.

Tratamentos	Doses (mL p.c ha ⁻¹)	Eficiência de controle (%)	
		<i>P. pachyrhizi</i>	<i>E. diffusa</i>
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 60	90,80	92,40
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 80	94,30	93,70
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 100	93,90	93,50
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 120	95,30	95,20
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 210	95,50	95,40
Aproach® Prima + Sulfato de cobre Rotam	400 + 300	96,60	95,50
Aproach® Prima + Supera®	400 + 500	94,50	94,40
Aproach® Prima + Unizeb Gold®	400 + 1500	94,30	94,60
Testemunha sem aplicação	-	0	0

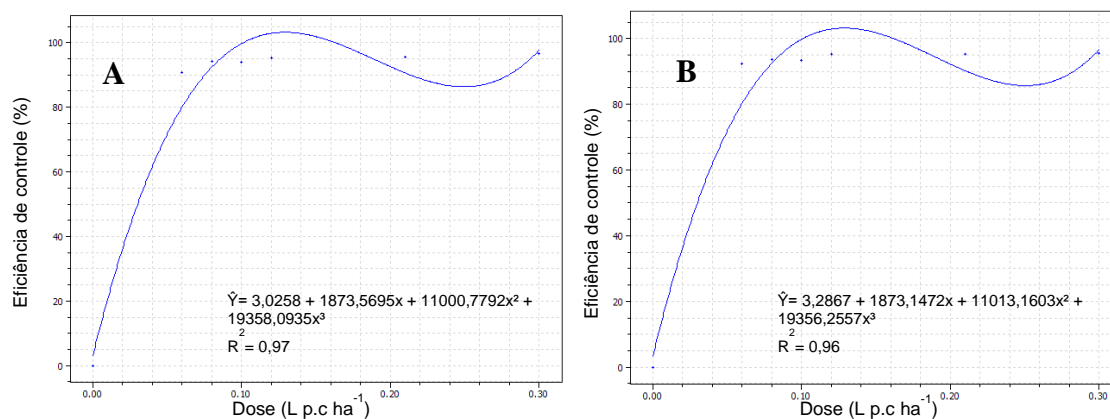


Figura 1. Eficiência de controle de *Phakopsora pachyrhizi* (A) e *Erysiphe diffusa* (B) em função da dose de sulfato de cobre.