

Eficiência de fungicidas multissítios em mistura com fungicidas sítio-específicos no controle da ferrugem-asiática da soja

VIEIRA, L. F.¹; CASTELLAR, V. L.²; GODOY, C.V.³

¹Unifil, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, laaari_18@hotmail.com; ²Unifil; ³Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

O Brasil conta com alta produção no campo agrícola, tanto em qualidade, quanto em diversidade e quantidade de produtos. Em sua balança comercial, na exportação de commodities, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior – SECEX, a soja é o produto que mais tem se destacado, com crescimento significativo nos últimos anos. Na safra 2016/17, a área semeada com soja no Brasil foi de 35,1 milhões de ha, com produtividade estimada de 118.048,1 mil toneladas (Conab, 2018).

Nas últimas safras, a cultura da soja tem exigido um nível maior de conhecimento técnico e acompanhamento das lavouras. O sucesso no controle das doenças está ligado ao período da interferência realizada, seja ela por meio de medidas legislativas e tratos culturais que tendem a prevenir ou retardar a ocorrência de doenças para a safra seguinte ou por meio do controle químico de forma preventiva ou curativa. Para o controle químico é necessário o conhecimento do histórico da região e da lavoura, a realização do monitoramento da lavoura e o acompanhamento das condições climáticas da safra (Sediyama et al., 2015).

Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides já foram identificadas no Brasil. As perdas anuais por doenças são estimadas entre 15% a 20% (Tecnologias..., 2013). A utilização de fungicidas para o controle de doenças na cultura iniciou com o surto epidêmico de oídio (*Microsphaera diffusa*), na safra 1996/97. Posteriormente, o aumento da incidência das doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*), principalmente em função do cultivo intensivo e da ausência de rotação de culturas, também demandaram o registro de fungicidas. Com o surgimento da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), no Brasil, em 2001

novos produtos foram registrados. O uso de fungicidas foi intensificado por ser a única ferramenta que evita reduções de produtividade na presença da ferrugem. Entre outras doenças também controladas por fungicidas pode-se citar a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e a mela (*Rhizoctonia solani* AG1) (Tecnologias..., 2013).

Dentre os principais modos de ação utilizados no controle de doenças na cultura da soja destacam-se os metil benzimidazol carbamato (MBC), os inibidores da desmetilação (IDM), os inibidores de quinona externa (IQe) e os inibidores da succinato desidrogenase (ISDH). Apesar da grande contribuição que os fungicidas sítio-específicos proporcionam no controle de doenças, seu uso intensivo pode ter como consequência a seleção de isolados de fungos menos sensíveis ou resistentes.

Populações do fungo *C. cassiicola* resistentes a MBC e IQe têm sido relatadas (Xavier et al., 2013). Aumento da concentração efetiva para obter 50% de controle (CE50) foi relatado para isolados de *P. pachyrhizi* que apresentaram as mutações de ponto Y131F/H; K142R; F120L; I145F e I475T e superexpressão do gene *CYP51* (Schmitz et al., 2014), sendo associada a menor eficiência de fungicidas IDM observada no campo. Análises moleculares do citocromo b de populações de *P. pachyrhizi*, coletadas em 2013/14, mostraram a presença da mutação F129L que confere menor sensibilidade a fungicidas IQe (Klosowski et al., 2016). Na safra 2015/16, populações de *P. pachyrhizi* com a mutação I86F na subunidade *sdhC* foram relatadas pela primeira vez em monitoramento realizados no campo no Brasil (Simões et al., 2017).

Em razão do aumento de populações de fungos menos sensíveis a fungicidas sítio-específicos já observadas em lavouras comerciais de soja, a avaliação da eficiência de produtos com diferentes modos de ação e a associação a fungicidas multissítios é essencial para aumentar as opções de controle de doenças. Esse trabalho faz parte dos ensaios cooperativos para avaliação da combinação dos principais fungicidas multissítios (mancozebe, clorotalonil e oxicleto de cobre) em combinação à fungicidas sítio-específicos, no controle da ferrugem-asiática da soja.

Material e Métodos

A cultivar de soja 68I70RSF IPRO (Brasmax Ícone IPRO), tipo de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6.6, ciclo médio, foi semeada em 30 de novembro de 2017, em Londrina, PR, na fazenda experimental da Embrapa Soja em área com sistema de plantio direto. As sementes foram tratadas com o fungicida/inseticida Standak® Top na dose de 100 ml p.c. por 100 kg semente⁻¹ (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil). As primeiras aplicações dos tratamentos (Tabela 1) foram realizadas no fechamento do dossel da lavoura, aos 50 dias após a semeadura (R1/ R2) (Fehr; Caviness, 1977), na ausência de sintomas de ferrugem e repetidas em intervalos de 14 dias após a primeira aplicação (R3 e R5.3).

Para a aplicação dos produtos foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, pontas de pulverização XR11002, pressão de 30 libras e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 20 tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com seis linhas de soja com cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m, considerando-se as quatro linhas centrais como área útil para a aplicação dos tratamentos e para as avaliações. Foram realizadas avaliações periódicas da severidade da ferrugem no ensaio a partir de R5.2 (Fehr; Caviness, 1977).

As avaliações foram realizadas estimando a severidade nos terços inferior, médio e superior do dossel das plantas, em quatro pontos ao acaso na área útil das parcelas, sendo a média utilizada como a média de severidade da parcela. Quando foi observada desfolha causada pela ferrugem, a severidade foi estimada em 100% para o terço desfolhado para compor a média. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi estimada a partir da integral da curva de progresso da severidade. Ao final do ciclo, as duas linhas centrais das parcelas foram colhidas com a colhedora de parcelas Winterstaiger®, para estimativa da produtividade. A produtividade foi estimada em kg ha⁻¹, a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste estatístico de Scott-Knott, com o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

Tabela 1. Produto comercial (p.c.), ingrediente ativo (i.a.) e doses dos fungicidas utilizados isolados e em misturas no controle da ferrugem-asiática da soja, safra 2017/18.

TRATAMENTO COMERCIAL (ingrediente ativo)	Doses	
	g i.a. ha ⁻¹	L-kg p.c. ha ⁻¹
1. Testemunha		
2. S-2399T 260 SC ^{1,5} (S2399 + tebuconazol)	30+100	0,5
3. ATIVUM ² (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade)	65+40+40	0,8
4. CYPRESS ³ (ciproconazole + difenoconazole)	45+75	0,3
5. FOLICUR (tebuconazole)	100	0,5
6. UNIZEB GOLD ⁴ (mancozebe)	1125	1,5
7. PREVINIL (clorotalonil)	1080	1,5
8. DIFERE (oxicloreto de cobre)	294	0,5
9. S-2399T 260 SC ^{1,5} e UNIZEB GOLD	30+100 e 1125	0,5 + 1,5
10. S-2399T 260 SC ^{1,5} e PREVINIL	30+100 e 1080	0,5 + 1,5
11. S-2399T 260 SC ^{1,5} e DIFERE	30+100 e 294	0,5 + 0,5
12. ATIVUM ² e UNIZEB GOLD	65+40+40 e 1125	0,8 + 1,5
13. ATIVUM ² e PREVINIL	65+40+40 e 1080	0,8 + 1,5
14. ATIVUM ² e DIFERE	65+40+40 e 294	0,8 + 0,5
15. CYPRESS ³ e UNIZEB GOLD	45+75 e 1125	0,3 + 1,5
16. CYPRESS ³ e PREVINIL	45+75 e 1080	0,3 + 1,5
17. CYPRESS ³ e DIFERE	45+75 e 294	0,3 + 0,5
18. FOLICUR e UNIZEB GOLD ⁴	100 e 1125	0,5 + 1,5
19. FOLICUR e PREVINIL	100 e 1080	0,5 + 1,5
20. FOLICUR e DIFERE	100 e 294	0,5 + 0,5

¹Adicionado Nimbus 0,5% v/v; ² Adicionado Assist 0,5 l ha⁻¹ ; ³Adicionado Nimbus 0,6 l ha⁻¹; ⁴Adicionado Áureo 0,25%v/v; ⁵produto RET II.

Resultados e Discussão

Foi observado sintomas de mancha-alvo, principalmente nos tratamentos que melhor controlaram a ferrugem, já nos tratamentos que tiveram o menor controle da ferrugem, essa predominou sobre a mancha-alvo dificultando a

avaliação da eficiência dos fungicidas para a mancha-alvo nesse ensaio. De qualquer forma, a mancha-alvo só ocorreu nas folhas baixas das plantas. A ferrugem foi a doença que predominou na testemunha, sendo observados os primeiros sintomas na fase de formação de vagens (R3). Apesar das chuvas bem distribuídas a doença só evoluiu após R5. A severidade máxima da ferrugem foi de 99% em R6, aos 24 dias após a terceira aplicação (Tabela 2).

Todos os tratamentos apresentaram severidade menor do que a testemunha sem fungicida em todas as avaliações (Tabela 2). Em R5.4, a severidade na testemunha foi 28,8%. As menores severidades foram observadas para os fungicidas sítio-específicos S-2399T 260 SC (T2), Ativum (T3) e Cypress (T4) independente da adição do multissítios, com controle acima de 90%. Folicur isolado (T5) apresentou 51% de controle e em mistura com multissítios o controle aumentou para acima de 80%, sendo as misturas com Unizeb Gold (T18) e Previnil (T19) as mais eficientes nessa avaliação. Entre os multissítios isolados, a maior eficiência em R5.4 foi para o fungicida Previnil (83%), sendo Unizeb Gold semelhante a Dife em essa avaliação (dados não apresentados). A avaliação em R5.5 foi semelhante a R5.4, com os fungicidas sítio-específicos S-2399T 260 SC (T2), Ativum (T3) e Cypress (T4) apresentando alta eficiência de controle (maior que 88%), independente da adição do multissítio e Folicur (T5) com baixa eficiência de controle (43%) (Tabela 2). Em R6, com a evolução da ferrugem, somente S-2399T 260 SC (T2) e Ativum (T3) apresentaram as menores severidades, se diferenciando de Cypress (T4 - 54% de controle). A adição do multissítios não mostrou benefício para os fungicidas sítio-específicos com maior eficiência de controle. Para Cypress, o maior controle foi observado com a adição de Previnil (T16). Para Folicur, mesmo a adição dos multissítios não foi suficiente para elevar a porcentagem de controle, sendo o máximo observado com a adição de Previnil (T19 - 46%). Previnil isolado apresentou 33% de controle (T7). Na avaliação da AACPD foi observado um padrão semelhante à avaliação em R6, onde a adição do multissítios não mostrou benefício na redução da AACPD para os sítio-específicos com maior eficiência de controle - S-2399T 260 SC (T2) e Ativum (T3) (Tabela 2). Para Cypress, o maior controle foi observado com a adição de Previnil (T16 - 84%). Para Folicur, o maior controle foi observado com a adição de Previnil (T19 - 62%), sendo que Previnil (T7) isolado apresentou 52% de controle.

Tabela 2. Severidade da ferrugem (SEV%) e porcentagem de controle relativa a testemunha (%C) para os diferentes tratamentos em R5.5 e R6; área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade (PROD) e redução de produtividade (RP%) em relação ao melhor tratamento.

PRODUTO COMERCIAL	L-kg p.c. ha ⁻¹	SEV% R5.5 12DAA3	%C	SEV% R6 24DAA3	%C	AACPD	%C	PROD kg ha ⁻¹
1. TESTEMUNHA		40,8 a	0	99,0 a	0	1223 a	0	2890 d
2. S-2399T 260 SC ^{1,5}	0,5	2,2 g	95	19,3 f	81	155 g	87	4274 a
3. ATIVUM ²	0,8	4,8 g	88	28,0 f	72	235 g	81	3791 b
4. CYPRESS ³	0,3	4,0 g	90	45,8 e	54	350 f	71	3644 c
5. FOLICUR	0,5	23,4 b	43	82,5 b	17	845 b	31	3143 d
6. UNIZEB GOLD ⁴	1,5	15,8 d	61	58,5 d	41	579 d	53	3278 d
7. PREVINIL	1,5	13,8 d	66	66,0 c	33	589 d	52	3212 d
8. DIFERE	0,5	18,6 c	55	77,5 b	22	734 c	40	3364 d
9. S-2399T 260 SC ^{1,5} e UNIZEB GOLD	0,5 + 1,5	1,7 g	96	23,3 f	77	176 g	86	4395 a
10. S-2399T 260 SC ^{1,5} e PREVINIL	0,5 + 1,5	1,6 g	96	15,5 f	84	123 g	90	4268 a
11. S-2399T 260 SC ^{1,5} e DIFERE	0,5 + 0,5	1,4 g	97	15,5 f	84	121 g	90	4623 a
12. ATIVUM ² e UNIZEB GOLD	0,8 + 1,5	2,9 g	93	25,0 f	75	195 g	84	4152 a
13. ATIVUM ² e PREVINIL	0,8 + 1,5	3,2 g	92	22,8 f	77	186 g	85	4136 a
14. ATIVUM ² e DIFERE	0,8 + 0,5	2,8 g	93	25,0 f	75	197 g	84	4179 a
15. CYPRESS ³ e UNIZEB GOLD	0,3 + 1,5	3,0 g	93	38,0 e	62	286 f	77	4046 b
16. CYPRESS ³ e PREVINIL	0,3 + 1,5	3,3 g	92	23,3 f	77	195 g	84	3812 b
17. CYPRESS ³ e DIFERE	0,3 + 0,5	6,5 f	84	50,8 d	49	400 e	67	3917 b
18. FOLICUR e UNIZEB GOLD ⁴	0,5 + 1,5	10,0 e	76	66,8 c	33	551 d	55	3641 c
19. FOLICUR e PREVINIL	0,5 + 1,5	9,4 e	77	53,3 d	46	461 e	62	3928 b
20. FOLICUR e DIFERE	0,5 + 0,5	14,4 d	65	69,5 c	30	618 d	49	3643 c
C.V.		22,9%		16,9%		12,8%		8%

¹Adicionado Nimbus 0,5% v/v; ²Adicionado Assist 0,5 L ha⁻¹; ³Adicionado Nimbus 0,6 L ha⁻¹; ⁴Adicionado Áureo 0,25%v/v; ⁵produto RET II. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (ps0,05).

Conclusão

Ao analisar a combinação aos fungicidas sítio-específicos, com três aplicações, na avaliação da AACPD, a adição dos multissítios não reduziu a AACPD para os fungicidas sítio-específicos com maior eficiência de controle (S-2399T 260 SC e Ativum). Para Cypress e Folicur, os maiores controles foram observados com a adição de Previnil, sendo que Cypress apresentou controle superior a Folicur.

Para a variável produtividade, os maiores valores foram observados para os fungicidas S-2399T 260 SC, isolado ou em mistura com multissítios e para o fungicida Ativum em mistura com multissítios. Para Cypress, todas as misturas com multissítios mostraram maior produtividade. Para Folicur a maior produtividade foi observada com a adição de Previnil. Folicur isolado e os multissítios isolados apresentaram produtividade semelhante à testemunha sem tratamento.

Referências

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-Agri – Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, p. 18-24, 2001.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, v. 5, safra 2017/18, n. 9, nono levantamento., jun.2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/20861_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4a402b>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12 p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

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**, v. 72, p. 1211-1215, 2016.

SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C. A.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 70, p. 378-388, 2014.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja**: do plantio a colheita. Viçosa: Editora UFV, 2015, 333 p.

SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal Plant Disease Protection**, v.125, p. 1-6, 2017.

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 268 p.

XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G.; BARROS, D. C. M.; GODOY, C. V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 431-435, 2013.