

CIRCULAR TÉCNICA

149

Londrina, PR
Julho, 2019

Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2018/19:

Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos

Cláudia Vieira Godoy, Carlos Mitinori Utiamada, Maurício Conrado Meyer, Hercules Diniz Campos, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Alfredo Riciere Dias, Cláudia Barbosa Pimenta, Diego Sichoeki, Eder Novaes Moreira, Fabiano Victor Siqueri, Fabíola Teresinha Konageski, Ivan Pedro Araújo Júnior, José Fernando Jurca Grigolli, José Nunes Junior, Luana Maria de Rossi Belufi, Luís Henrique Carregal Pereira da Silva, Marcio Marcos Goussain Júnior, Moab Diany Dias, Mônica Cagnin Martins, Tiago Fernando Konageski, Valtemir José Carlin



Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2018/19: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos¹

A mancha-alvo na cultura da soja é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*. Os sintomas típicos da doença são observados nas folhas, iniciando por pontuações pardas, com halo amarelado e evoluindo para manchas circulares, de coloração castanho-clara a castanho-escura. Normalmente, as manchas apresentam pontuação no centro e anéis concêntricos de coloração mais escura. Também podem ocorrer manchas em pecíolos, hastes e vagens. A infecção é favorecida por alta umidade relativa. Cultivares suscetíveis podem sofrer desfolha com perdas de até 40% de produtividade (Godoy et al., 2016).

Além da soja, o fungo infecta mais de 400 espécies de plantas (Farr; Rossman, 2019), entre elas importantes culturas como o algodão, o mamão, a seringueira, o tomate, o feijão, a crotalária e diversas plantas daninhas. Apesar de testes de inoculações cruzadas mostrarem que isolados são mais agressivos quando inoculados no hospedeiro de origem, indicando evidências de especialização, isolados obtidos de soja e algodão no Brasil infectam ambas as culturas (Galbieri et al., 2014). Além da ampla gama de hospedeiros, o fungo pode sobreviver em sementes infectadas e em restos de cultura e formar clamidósporos que são estruturas de sobrevivência (Oliveira et al., 2012).

A incidência dessa doença tem aumentado na cultura da soja nas últimas safras em razão do aumento da semeadura de cultivares suscetíveis, da utilização de culturas em sucessão que são hospedeiras do fungo, como o algodão e a crotalária, e da menor sensibilidade/resistência do fungo a fungicidas. Isolados do fungo com mutações de ponto que conferem menor sensibilidade a fungicidas já foram relatados para metil benzimidazol carbamato (MBC), inibidores da quinona externa (IQe) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH) (FRAC, 2019; Mello, 2019).

As estratégias de manejo recomendadas para essa doença são: a utilização de cultivares resistentes/ tolerantes, o tratamento de sementes, a rotação/sucessão de culturas com milho e outras espécies de gramíneas e o controle químico com fungicidas (Godoy et al., 2016).

Desde a safra 2011/12, experimentos em rede vêm sendo realizados para a comparação da eficiência de fungicidas registrados e em fase de registro para o controle da mancha-alvo na cultura da soja. O objetivo dos experimentos em rede é a avaliação da eficiência de controle no alvo biológico. Para isso são utilizadas aplicações sequenciais de fungicidas. No entanto, isso não constitui uma recomendação de controle. As informações devem ser utilizadas dentro de um sistema de manejo, priorizando sempre a rotação de fungicidas com diferentes modos de ação para atrasar o aparecimento de resistência do fungo aos fungicidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo na cultura da soja na safra 2018/19.

Material e Métodos

Foram instalados 23 experimentos na safra 2018/19 por 15 instituições (Tabela 1). A lista de tratamentos (Tabela 2), o delineamento experimental e as avaliações foram definidos por protocolo único, permitindo a sumarização conjunta dos experimentos. Os fungicidas utilizados nos tratamentos 3 a 5 apresentam registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para o controle da mancha-alvo em soja, e os fungicidas dos tratamentos 1, 6 a 10 apresentam Registro Especial Temporário III (RET III).

¹Cláudia Vieira Godoy, Engenheira-agrônoma, doutora, Embrapa Soja, Londrina, PR; Carlos Mitinori Utiamada, Engenheiro-agrônomo, TAGRO, Londrina, PR; Maurício Conrado Meyer, Engenheiro-agrônomo, doutor, Embrapa Soja, Londrina, PR; Hercules Diniz Campos, Engenheiro-agrônomo, doutor, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO; Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Matemática, doutora, Embrapa Soja, Londrina, PR; Alfredo Ricieri Dias, Engenheiro-agrônomo, mestre, Fundação Chapadão, Chapadão do Sul, MS; Cláudia Barbosa Pimenta, Engenheira-agrônoma, mestre, Emater-GO, Goiânia, GO; Diego Sichocki, Engenheiro-agrônomo, mestre, Meta Consultoria Agrícola, Canarana, MT; Eder Novaes Moreira, Engenheiro-agrônomo, doutor, Fitolab Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola, Sorriso, MT; Fabiano Victor Siqueri, Engenheiro-agrônomo, Fundação Mato Grosso, Rondonópolis, MT; Fabíola Teresinha Konageski, Engenheira-agrônoma, Rural Técnica Experimentos, Querência, MT; Ivan Pedro Araújo Júnior, Engenheiro-agrônomo, Fundação Mato Grosso, Rondonópolis, MT; José Fernando Jurca Grigolli, Engenheiro-agrônomo, doutor, Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Maracaju, MS; José Nunes Junior, Engenheiro-agrônomo, doutor, Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias - CTPA, Goiânia, GO; Luana Maria de Rossi Belufi, Engenheira-agrônoma, mestre, Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde, Lucas do Rio Verde, MT; Luís Henrique Carregal Pereira da Silva, Engenheiro-agrônomo, mestre, Agro Carregal Pesquisa e Proteção de Plantas Eireli, Rio Verde, GO; Marcio Marcos Goussain Júnior, Engenheiro-agrônomo, doutor, Assist Consultoria e Experimentação Agronômica Ltda., Campo Verde, MT; Moab Diany Dias, Engenheira-agrônoma, doutora, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO; Mônica Cagnin Martins, Engenheira-agrônoma, doutora, Círculo Verde Assessoria Agronômica e Pesquisa, Luís Eduardo Magalhães, BA; Tiago Fernando Konageski, Engenheiro-agrônomo, Rural Técnica Experimentos Agronômicos Ltda., Querência, MT; Valtemir José Carlin, Engenheiro-agrônomo, Agrodinâmica, Tangará da Serra, MT.

Tabela 1. Instituições, locais, cultivares e datas da semeadura da soja.

Instituição	Município, estado	Cultivar	Semeadura
1. Agro Carregal Pesquisa e Proteção de Plantas Eireli	Rio Verde, GO	CD 2728 IPRO	04/10/2018
2. Rural Técnica Experimentos Agronômicos Ltda.	Querência, MT	CD 2728 IPRO	24/10/2018
3. Fundação Chapadão	Chapadão do Sul, MS	NA 5909 RG	09/10/2018
4. Fundação MS	Anaurilândia, MS	NS 6700 IPRO	19/11/2018
5. Fundação MS	Campo Grande, MS	NS 6700 IPRO	30/10/2018
6. Fundação MS	Dourados, MS	M6410 IPRO	09/11/2018
7. Fundação MS	Ivinhema, MS	NS 6700 IPRO	15/11/2018
8. Fundação MS	Maracaju, MS	63I64RSF IPRO	12/11/2018
9. Fundação MS	Naviraí, MS	M6410 IPRO	17/10/2018
10. Agrodinâmica Pesquisa e Consultoria Agropecuária	Campo Novo do Parecis, MT	TMG2181IPRO	11/10/2018
11. Agrodinâmica Pesquisa e Consultoria Agropecuária	Deciolândia, MT	TMG2181IPRO	10/10/2018
12. UniRV/ Campos Pesquisa Agrícola	Rio Verde, GO	TMG7067IPRO	18/10/2018
13. Fundação MT	Sapezal, MT	TMG2181IPRO	19/10/2018
14. Fundação MT	Nova Mutum, MT	TMG2181IPRO	12/10/2018
15. Fundação Rio Verde	Lucas do Rio Verde, MT	M 8210IPRO	17/10/2018
16. Universidade Federal do Tocantins	Gurupi, TO	84185 RFS IPRO	29/11/2018
17. CTPA/ Emater - GO	Silvânia, GO	GUAIA7487 RR	15/11/2018
18. CTPA/ Emater - GO	São Miguel do Passa Quatro, GO	8473RSF RR	15/12/2018
19. Estação Experimental Assist Consultoria	Campo Verde, MT	TMG2181IPRO	16/10/2018
20. Fitolab Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola	Sorriso, MT	TMG2181IPRO	18/10/2018
21. Fitolab Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola	Sorriso, MT	8579 RSF IPRO	26/10/2018
22. Meta Consultoria Agrícola	Canarana, MT	W791 RR	24/11/2018
23. Círculo Verde	Barreiras, BA	M8349IPRO	25/11/2018

Os fungicidas avaliados pertencem aos grupos: metil benzimidazolcarbamato-MBC(carbendazim), inibidores da desmetilação - IDM (protioconazol, epoxiconazol, ciproconazol, difenoconazol e tebuconazol), inibidores de quinona externa - IQe (trifloxistrobina, piraclostrobrina, dimoxistrobina e azoxistrobina), inibidores da succinato desidrogenase - ISDH (fluxaproxade, bixafen e boscalida), ditiocarbamato (mancozebe), inorgânico (oxicloreto de cobre) e cloronitrila (clorotalonil).

Foram avaliados fungicidas formulados em misturas duplas e triplas dos grupos: IQe + ISDH (T5), IDM + IQe + ISDH (T3 e T4), ISDH + IDM (T6 e T8), IQe + IDM + ditiocarbamatos (T9) e ISDH + inorgânico (T7).

Também foram avaliados fungicidas compostos por um único ingrediente ativo, como o carbendazim (MBC - T2) e o clorotalonil (cloronitrila - T10).

Tabela 2. Ingrediente ativo (i.a.), produto comercial (p.c.) e dose dos fungicidas nos tratamentos para controle da mancha-alvo da soja, safra 2018/19.

Ingrediente ativo	Dose g i.a. ha ⁻¹	Produto comercial (p.c.), empresa	Dose L-kg p.c. ha ⁻¹
1. testemunha			
2. carbendazim ⁵	500	carbendazim	1,0
3. bixafen + prothioconazol + trifloxistrobina ¹	62,5 + 87,5 + 75	Fox Xpro, Bayer	0,5
4. piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapirroxade ²	64,8 + 40 + 40	Ativum, BASF	0,8
5. dimoxistrobina + boscalida ²	200 + 200	Spot, BASF	1,0
6. fluxapirroxade + prothioconazol ^{2,5}	60 + 84	PNR, BASF	0,3
7. fluxapirroxade + oxicloreto de cobre ^{3,5}	60 + 504	PNR, Oxíquimica	1,2
8. benzovindiflupir + ciproconazol + difenoconazol ^{4,5}	45 + 67,5 + 112,5	PNR, Syngenta	0,75
9. azoxistrobina + tebuconazol + mancozebe ^{1,5}	94 + 112 + 1194	PNR, UPL	2,0
10. clorotalonil 720 ⁵	1080	PNR, Syngenta	1,5

¹Adicionado Áureo 0,25% v/v; ²adicionado Assist 0,5 L ha⁻¹; ³adicionado óleo mineral Orix 0,5% v/v; ⁴Adicionado Ochima 0,25 L ha⁻¹; ⁵Registro Especial Temporário (RET III). PNR - Produto não registrado.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro ou cinco repetições, sendo cada repetição constituída de parcelas com, no mínimo, seis linhas de cinco metros. As aplicações iniciaram-se no pré-fechamento das linhas, aos 47 dias (± 4 dias) após a semeadura. O intervalo entre a primeira e a segunda aplicação foi de 16 dias (± 3 dias), entre a segunda e a terceira aplicação foi de 15 dias (± 1 dia) e entre a terceira e a quarta aplicação (11 ensaios) foi de 14 dias (± 1 dia). Para a aplicação dos produtos foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂ e volume de aplicação mínimo de 120 L ha⁻¹

Foram utilizadas cultivares consideradas suscetíveis à mancha-alvo, com base em observações a campo. As áreas para instalação dos ensaios foram semeadas no início da época recomendada, para reduzir a probabilidade de incidência da ferrugem-asiática. Em situações onde ocorreu ferrugem foram realizadas aplicações de picoxistrobina + ciproconazol 60 g + 24 g i.a. ha⁻¹ (Aproach® Prima, DuPont) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹, em área total do experimento. Foram realizadas avaliações da severidade da mancha-alvo após a última aplicação, da severidade de outras doenças, da produtividade em área mínima de 5 m² centrais de cada parcela e do peso de 1000 grãos. Para a análise conjunta, foram utilizadas as avaliações da severidade da mancha-alvo, realizadas entre os estádios fenológicos R5 (início de enchimento de grãos) e R6 (vagens com 100% de granação) e da produtividade. O intervalo médio entre a terceira ou quarta aplicação

e a avaliação da severidade utilizada na análise dos ensaios foi de 15 dias (± 7 dias). Foram realizadas análises de exploratórias de variância, para cada local. A produtividade dos experimentos onde houve incidência de ferrugem foi eliminada da análise conjunta.

As análises conjuntas de severidade e da produtividade foram realizadas utilizando-se técnicas de modelos lineares generalizados mistos, os quais permitem a adoção de distribuições não-normais e a acomodação dos efeitos das interações entre locais e tratamentos por meio de alterações na estrutura da matriz de variâncias e covariâncias. Para identificar todos os tratamentos com prováveis efeitos semelhantes, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Tukey ($p \leq 0,05$). Todos os modelos investigados foram obtidos usando-se o procedimento glimmix, em rotinas implementadas no sistema SAS/STAT® software, Versão 9.4. Copyright© 2016 SAS Institute Inc.

Resultados

Os experimentos dos locais 3, 17, 18 e 23 (Tabela 1) não tiveram doença ou tiveram baixa severidade, sem diferenciação de tratamentos, sendo eliminados das análises. Além desses locais, a variável produtividade dos locais 5, 6, 9, 10, 11, 13, 16, 19 e 22 foi eliminada em razão da incidência de ferrugem ou seca, que interferiu na produtividade dos tratamentos. Para as análises estatísticas conjuntas da variável severidade foram utilizados os resultados dos experimentos dos

locais: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21 e 22 (19 locais) e para a variável produtividade os experimentos dos locais: 1, 2, 4, 7, 8, 12, 14, 15, 20 e 21 (10 locais) (Tabela 1).

As menores severidades e as maiores porcentagens de controle foram observadas nos tratamentos com fluxapiraxade + protioconazol (T6 - 80%) e bixafen +

protioconazol + trifloxistrobina (T3 - 79%) seguido de piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiraxade (T4 - 67%) e azoxistrobina + tebuconazol + mancozebe (T9 - 67%) (Tabela 3). O tratamento com fungicida multissítio isolado, clorotalonil (T10) apresentou eficiência semelhante à dimoxistrobina + boscalida (T5), com controle de 52% e 53%, respectivamente.

Tabela 3. Severidade da mancha-alvo (SEV), porcentagem de controle em relação à testemunha sem fungicida (%C), produtividade (PROD) e porcentagem de redução de produtividade (%RP) em relação ao tratamento com a maior produtividade, para os diferentes tratamentos. Média de 19 experimentos para severidade e 10 experimentos para produtividade. Safra 2018/19.

Tratamento: Ingrediente ativo (i.a.)	Dose g i.a. ha ⁻¹	SEV (%)	%C	PROD (kg ha ⁻¹)	%RP
1. testemunha		43,1	A	3335	E
2. carbendazim ⁵	500	31,7	B	3500	D
3. bixafen + protioconazol + trifloxistrobina ¹	62,5 + 87,5 + 75	9,1	G	3964	A
4. piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiraxade ²	64,8 + 40 + 40	14,1	F	3784	BC
5. dimoxistrobina + boscalida ²	200 + 200	20,2	C	3751	C
6. fluxapiraxade + protioconazol ^{2,5}	60 + 84	8,5	G	3912	AB
7. fluxapiraxade + oxicloreto de cobre ^{3,5}	60 + 504	15,5	E	3785	BC
8. benzovindiflupir + ciproconazol + difenoconazol ^{4,5}	45 + 67,5 + 112,5	17,0	D	3749	C
9. azoxistrobina + tebuconazol + mancozebe ^{1,5}	94 + 112 + 1194	14,2	F	3917	A
10. clorotalonil 720 ⁵	1080	20,8	C	3670	C

Médias seguidas na mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).¹Adicionado Áureo 0,25% v/v; ²adicionado Assist 0,5 L ha⁻¹; ³adicionado óleo mineral Orix 0,5% v/v; ⁴Adicionado Ochima 0,25 l ha⁻¹; ⁵Registro Especial Temporário (RET III).

A menor porcentagem de controle foi observada para o tratamento com carbendazim (T2 - 26%), superior à testemunha sem fungicida, confirmando a menor sensibilidade do fungo a fungicidas MBC. A baixa eficiência de controle da doença com fungicidas MBC vem sendo observada nos ensaios em rede desde 2012/13. Os fungicidas comerciais desse grupo atuam inibindo a montagem dos microtúbulos do fuso durante a divisão nuclear ligando-se à proteína β -tubulina (Ma; Michailides, 2005). Populações resistentes podem apresentar mutações na proteína β -tubulina. As mutações de ponto E198A e F200Y no gene da β -tubulina, que conferem resistência completa foram encontradas em isolados de *C. cassiicola* obtidos de folhas de soja de plantas coletadas no Mato Grosso, no

Paraná e no Mato Grosso do Sul (Mello, 2009), o que pode explicar a baixa eficiência desse fungicida.

As maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com bixafen + protioconazol + trifloxistrobina (T3 - 3964 kg ha⁻¹), azoxistrobina + tebuconazol + mancozebe (T9 - 3917 kg ha⁻¹) e fluxapiraxade + protioconazol (T6 - 3912 kg ha⁻¹) (Tabela 3). A média da redução de produtividade da testemunha sem fungicida em relação a maior produtividade (T3) foi de 15,9%. Apesar do número diferente de experimentos utilizados na sumarização das variáveis severidade e produtividade, a correlação (r) entre as variáveis foi de $r = -0,98$.

A utilização de fungicidas é uma das ferramentas de controle. Entretanto relatos de resistência do fungo a fungicidas vêm aumentando. A mutação G143A, que confere resistência completa a fungicidas IQE foi detectada em número significativo de amostras no Brasil em 2015 e 2016 em isolados de *C. cassiicola* no Mato Grosso, no Mato Grosso do Sul e no Paraná (FRAC, 2019; Mello, 2019). Em 2017/2018 isolados com as mutações *sdhB*-H278Y e *sdhC*-N75S que conferem menor sensibilidade do fungo a fungicidas ISDH foram relatadas pelo FRAC (2018). Os relatos de resistência reforçam a necessidade de adoção de estratégias antirresistência e a utilização de todas as estratégias no manejo da doença, tais como a utilização de cultivares resistentes/ tolerantes, o tratamento de sementes e a rotação/diversificação de culturas com milho e/ou outras espécies de gramíneas.

Referências

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee - FRAC. **Minutes of the 2019 Qoi Working Group**. Brussels, Belgium: FRAC, 2019. Disponível em: <<https://www.frac.info/working-group/qoi-fungicides>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas - FRAC - Brasil. **Informação preliminar sobre carboxamidas para mancha alvo**. Holambra, SP: FRAC, 2018. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3_75c39b4ea047493bb3614c807ce38266.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2019.

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. **Fungal databases**, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

GALBIERI, R., ARAÚJO, D.C.E.B., KOBAYASTI, L., GIROTTI, L., MATOS, J.N., MARANGONI, M.S., ALMEIDA, W.P., MEHTA, Y.R. *Corynespora* leaf blight of cotton in Brazil and its management. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 3805-3811, 2014.

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. (Org.). **Manual de Fitopatologia**: v. 2. Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. São Paulo: Ceres, 2016. p. 657- 675.

MA, Z.; MICHAILIDES, T.J. Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular detection of resistant genotypes in phytopathogenic fungi. **Crop Protection**, v. 24, n. 10, p. 853-863, 2005.

MELLO, F. E. **Variabilidade genética e sensibilidade de *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola* a fungicidas**. 2019. 232 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

OLIVEIRA, R.R.; AGUIAR, B.D.M.; TESSMANN, D.J.; PUJADERENAUD, V.; VIDA, J.B. 2012. Chlamydospore formation by *Corynespora cassiicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 6, p. 415-418, 2012.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 231,
CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
PDF Digitalizado (2019).



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Boas de Campos Leite

Membros

Alvadi Antônio Balbinot Junior, Clara

Beatriz Hoffman Campo, Claudine Dinali

Santos Seixas, José Marcos Gontijo

Mandarino, Liliâne Marcia Mertz Henning,

Mariangela Hungria da Cunha, Norman

Neumaier e Vera de Toledo Benassi.

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Normalização bibliográfica

Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Beatriz Soncela

Foto da capa

Fabiola Teresinha Konageski

CGPE 15372