

CIRCULAR TÉCNICA

140

Londrina, PR
Julho, 2018

Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2017/18:

Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos

Maurício C. Meyer, Hercules D. Campos, Cláudia V. Godoy, Carlos M. Utiamada, Alexander H. Seii, Alfredo R. Dias, David S. Jaccoud Filho, Edson P. Borges, Fernando C. Juliatti, José Nunes Junior, Luis H. C. P. da Silva, Luiz Nobuo Sato, Mônica C. Martins, Wilson S. Venancio



Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos¹

O Brasil figura como um dos países líderes na produção mundial de soja, produzindo 117 milhões de toneladas em 35,1 milhões de hectares na safra 2017/18 (Conab, 2018).

As doenças da soja representam um importante fator de restrição à produção e o mofo-branco, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, é uma das doenças que apresentam elevado potencial de causar prejuízo à soja e a várias outras culturas que compõem o sistema de produção (Jaccoud Filho et al., 2017). Essa doença se manifesta com maior severidade em anos chuvosos, temperatura amena e constante umidade do solo (Campos et al., 2010), como observado em diversas áreas de produção de soja na safra 2017/18. Sua incidência na cultura da soja aumentou consideravelmente a partir de 2008, sendo estimado que cerca de 10 milhões de hectares da área brasileira de cultivo de soja estejam infestados pelo patógeno.

A principal forma de infecção das plantas de soja ocorre pelos ascósporos do fungo, que são produzidos nos apotécios, decorrentes da germinação carpogênica dos escleródios. Esses ascósporos colonizam preferencialmente as pétalas de soja, que servem de substrato para o fungo no início da infecção nas hastes e nos pecíolos (Grau; Hartman, 2015).

A aplicação de fungicidas foliares é uma das principais medidas de controle da doença, e deve ser adotada para proteger as plantas da infecção pelo patógeno, no período de maior vulnerabilidade da soja, que compreende o início da floração ou fechamento das entrelinhas até o início de formação de vagens (Meyer et al., 2017).

A eficiência do controle químico de mofo-branco em soja vem sendo avaliada desde 2009, por meio da rede de ensaios cooperativos conduzidos por pesquisadores de instituições de pesquisa e experimentação, nos estados de maior ocorrência da doença. Com base nos resultados destes ensaios, para cada ponto percentual de aumento da incidência de mofo-branco ocorre uma redução média na produtividade da soja de 17,2 kg ha⁻¹, e um incremento na produção de escleródios de 100 g ha⁻¹ (Lehner et al., 2016).

O objetivo dos ensaios cooperativos de controle químico de mofo-branco em soja é a avaliação da eficiência de fungicidas no controle do alvo biológico. Para isso são utilizadas aplicações sequenciais de fungicidas, o que não constitui uma recomendação de controle. As informações devem ser utilizadas dentro de um sistema de manejo, priorizando sempre a rotação e/ou a associação de fungicidas com diferentes modos de ação para atrasar o aparecimento de resistência do fungo e obter níveis mais eficientes de controle.

Esta publicação apresenta os resultados sumarizados dos ensaios cooperativos, realizados na safra 2017/18.

¹ **Maurício C. Meyer**, Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Embrapa Soja, Londrina, PR; **Hercules D. Campos**, Eng. Agr., D.Sc., UniRV / Campos Pesquisa Agrícola, Rio Verde, GO; **Cláudia V. Godoy**, Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Soja, Londrina, PR.; **Carlos M. Utiamada**, Engenheiro Agrônomo, TAGRO, Londrina, PR.; **Alexander H. Seii**, Engenheiro Agrônomo, CTPA, Goiânia, GO; **Alfredo R. Dias**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Fundação Chapadão, Chapadão do Sul, MS; **David S. Jaccoud Filho**, Biólogo, Engenheiro Agrônomo, Ph.D., UEPG, Ponta Grossa, PR; **Edson P. Borges**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Fundação Chapadão, Chapadão do Sul, MS; **Fernando C. Juliatti**, Engenheiro Agrônomo, D.Sc., UFU, Uberlândia, MG; **José Nunes Junior**, Engenheiro Agrônomo, D.Sc., CTPA, Goiânia, GO; **Luis H. C. P. da Silva**, Engenheiro Agrônomo, M.Sc., AgroCarregal, Rio Verde, GO; **Luiz Nobuo Sato**, Engenheiro Agrônomo, TAGRO, Londrina, PR; **Mônica C. Martins**, Engenheira Agrônoma, D.Sc., Círculo Verde Assessoria Agronômica e Pesquisa, Luis Eduardo Magalhães, BA; **Wilson S. Venancio**, Engenheiro Agrônomo, D.Sc., CWR Pesquisa Agrícola / UEPG, Palmeira, PR.

Material e Métodos

Os ensaios da safra 2017/18 foram realizados em 11 locais distribuídos nos Estados do Paraná, de Goiás, da Bahia, do Mato Grosso do Sul e de Minas Gerais (Tabela 1), com o objetivo de avaliar a eficiência de fungicidas no controle do mofo-branco da soja.

Tabela 1. Instituições, locais onde os ensaios foram instalados, cultivares e data de semeadura da soja, safra 2017/18.

Instituição	Local	Cultivar	Data de semeadura
1. Tagro	Mauá da Serra, PR	BRS 284	16/10/2017
2. UEPG	Ponta Grossa, PR	NA 5909 RG	13/11/2017
3. Fundação Chapadão	Chapadão do Sul, MS	5G8015 IPRO	06/10/2017
4. Agro Carregal Pesq. e Prot. de Plantas	Rio Verde, GO	M7110 IPRO	27/10/2017
5. UniRV / Campos Pesq. Agríc.	Montividiu, GO	TMG 2182 IPRO	30/10/2017
6. CTPA	Silvânia, GO	NS 7707 IPRO	07/11/2017
7. Embrapa Soja	Pitanga, PR	NA 5909 RG	08/11/2017
8. Círculo Verde	São Desidério, BA	CD 2851 IPRO	03/11/2017
9. CWR / UEPG	Palmeira, PR	BMX Ativa RR	15/12/2017
10. Juliagro / UFU	Iraí de Minas, MG	RK 6813 RR	05/11/2017
11. CTPA	S.M. Passa Quatro, GO	M8210 IPRO	25/11/2017

O protocolo utilizado no ensaio com os fungicidas, doses e épocas de aplicação é apresentado na Tabela 2. Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas

de seis linhas de 6 m de comprimento (16,2 m² a 18 m²). As aplicações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO₂ e volume de calda variando de 150 L ha⁻¹ e 200 L ha⁻¹.

Tabela 2. Tratamentos com fungicidas (produto comercial= p.c.), ingrediente ativo (i.a.), empresa fabricante, épocas de aplicação e doses utilizadas no ensaio cooperativo de controle de mofo-branco em soja, safra 2017/18.

Produto Comercial (p.c.)	Ingrediente Ativo (i.a.) e empresa fabricante	Épocas de aplicação				Dose (L·kg ha ⁻¹)	
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	p.c.	i.a.
1. Testemunha	---	---	---	---	---	---	---
2. Cercobin	tiofanato metílico, Ihara	R1	10 DAA	10 DAA	10 DAA	1,0	0,5
3. Sumilex	procimidona, Sumitomo	R1	10 DAA	-	-	1,0	0,5
4. Zignal	fluazinam, FMC	R1	10 DAA	-	-	1,0	0,5
5. PNR + Aureo	fluopyram, Bayer	R1	10 DAA	-	-	0,4 + 0,4	0,2
6. Spot	dimoxistrobina + boscalida, Basf	R1	10 DAA	-	-	1,0	0,2 + 0,2
7. Curado + PNR + Agris	fluazinam + carbendazim, Nufarm	R1	10 DAA	-	-	1 + 1 + 0,5	0,5 + 0,5
8. PNR + 0,25% v/v adj. ¹	fluazinam + tiof. metílico, Nortox	R1	10 DAA	-	-	2,0	0,4 + 0,8
9. PNR	procimidona, Ourofino	R1	10 DAA	-	-	1,0	0,5
10. PNR + Assist 0,5% v/v	isofetamid, ISK	R1	10 DAA	-	-	1,25	0,5

Primeira aplicação em R1 ou no fechamento das entrelinhas. DAA = dias após a última aplicação. PNR = produto não registrado. ¹Adj.= adjuvante mineral ou vegetal, a critério do pesquisador.

Foram realizadas pelo menos três avaliações da incidência de mofo-branco durante a fase reprodutiva da soja, pela contagem do número de plantas com e sem sintomas nas duas linhas centrais da parcela (mínimo de 80 plantas por parcela). Foi avaliada a produtividade

da soja e também quantificada a massa de escleródios obtida na trilha das plantas de cada parcela.

Os resultados foram analisados individualmente para cada local, observando-se o quadrado médio residual, o coeficiente de variação, o coeficiente de assimetria,

o coeficiente de curtose, a normalidade da distribuição dos resíduos (Shapiro; Wilk, 1965), a aditividade do modelo estatístico (Tukey, 1949) e a homogeneidade de variâncias dos tratamentos (Burr; Foster, 1972). Além das análises exploratórias individuais, a correlação entre a incidência de mofo-branco em início e final de formação de grãos (R5.2 e R5.5); incidência em R5.5; produtividade e massa de escleródios e a razão de quadrados médios também foram utilizadas na seleção dos ensaios que compuseram as análises conjuntas. O teste de comparações múltiplas de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) foi aplicado à análise conjunta, a fim de se obter grupos de tratamentos com efeitos semelhantes. Todas as análises foram realizadas no programa SAS® versão 9.1.3 (SAS/ STAT, 1999).

Resultados e Discussão

Dos 11 locais onde os ensaios foram conduzidos, três locais não foram utilizados na análise conjunta (locais 02, 09 e 10, Tabela 1) por apresentarem baixa incidência da doença em razão das condições de ambiente desfavoráveis ao seu desenvolvimento. Em função da homogeneidade dos dados, as análises conjuntas para incidência de mofo-branco foram compostas pelos

dados de seis locais e, para produtividade da soja e massa de escleródios, pelos dados de cinco locais.

A incidência média de mofo-branco no tratamento sem aplicação de fungicidas (T1) foi de 61,2%. O melhor nível de controle químico foi de 81% no tratamento com duas aplicações do fungicida dimoxistrobina + boscalida (T6) (Tabela 3).

Foi observada redução de 29% na produtividade da soja, no tratamento sem controle de mofo-branco (T1) em relação ao tratamento mais produtivo (T6). Os tratamentos com procimidona (T3 e T9), fluazinam (T4), fluopyram (T5), dimoxistrobina + boscalida (T6), associação de fluazinam e carbendazim (T7) e fluazinam + tiofanato metílico (T8) apresentaram as maiores médias de produtividade da soja (Tabela 3).

A média da produção de escleródios (massa de escleródios) de *S. sclerotiorum* coletados das plantas do tratamento sem controle (T1) foi de 3.355 g ha⁻¹. Os tratamentos procimidona (T3 e T9), fluopyram (T5), dimoxistrobina + boscalida (T6), associação de fluazinam e carbendazim (T7) e fluazinam + tiofanato metílico (T8) apresentaram significativa redução na produção de escleródios, comparados à testemunha sem controle (T1), variando de 48% a 74% (Tabela 3).

Tabela 3. Incidência, controle relativo, produtividade da soja, redução de produtividade (Redução Produtiv.), massa de escleródios produzidos e redução da produção de escleródios (Redução M. Esc.) em função dos tratamentos fungicidas utilizados nos ensaios cooperativos de controle de mofo-branco em soja, na safra 2017/18.

Tratamento	Incidência ¹ (%)	Controle ² (%)	Produtividade ³ (kg ha ⁻¹)	Redução Produtiv. ⁴ (%)	Massa de escleródios ⁵ (g ha ⁻¹)	Redução M. Esc. ⁶ (%)
1. testemunha	61,2 a	0	3.226 d	29	3.355 a	0
2. tiofanato metílico (4x) ⁷	25,7 b	58	3.752 c	18	2.275 b	32
3. procimidona (2x)	16,1 c	74	4.426 ab	3	1.501 bc	55
4. fluazinam (2x)	16,0 c	74	4.417 ab	3	968 c	71
5. fluopyram (2x)	17,9 c	71	4.484 ab	2	1.744 bc	48
6. dimoxistrobina & boscalida (2x)	11,4 d	81	4.558 a	0	874 c	74
7. fluazinam / carbendazim (2x)	16,3 c	73	4.441 ab	3	1.220 c	64
8. fluazinam & tiofanato metílico (2x)	19,3 c	68	4.317 ab	5	1.529 bc	54
9. procimidona (2x)	18,5 c	70	4.445 ab	2	980 c	71
10. isofetamid (2x)	26,4 b	57	4.253 b	7	2.239 b	33
CV (%)	21,9		6,9		57,1	

¹Incidência de mofo-branco em R5.5 (média de seis locais). ²Porcentagem de controle da doença em relação à testemunha, considerando-se a incidência em R5.5. ³Produtividade da soja (médias de cinco locais). ⁴Porcentagem de redução de produtividade da soja em relação ao tratamento de maior rendimento. ⁵Massa de escleródios (média de cinco locais). ⁶Porcentagem de redução da produção de escleródios. ⁷As inscrições 4X e 2X entre parênteses indicam o número de aplicações dos fungicidas. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A redução da produção de escleródios proporcionada pela maioria dos fungicidas avaliados reforça a importância da adoção do controle químico como uma das principais ferramentas no manejo do mofo-branco em soja. Contudo, considerando que o percentual máximo de controle observado foi de 81% e que ainda ocorre produção de escleródios, todas as demais medidas de manejo devem ser adotadas com a finalidade de inviabilização desses escleródios durante a entressafra, promovendo o manejo integrado da doença.

Os fungicidas mais eficientes no controle de mofo-branco em soja estão distribuídos em diferentes grupos relacionados ao modo de ação sobre *S. sclerotiorum*. Procimidona é uma dicarboxamida que atua na transdução do sinal osmótico. Fluazinam é um inibidor da fosforilação oxidativa, atuando sobre a respiração do patógeno. Fluopyram e boscalida pertencem ao grupo dos inibidores de succinato desidrogenase (ISDH), que atuam na fase II da respiração do fungo e, dimoxistrobina pertence ao grupo dos inibidores da quinona externa (IQe), inibindo a fase III da respiração do patógeno.

Essa diversidade em relação ao modo de ação dos fungicidas para controle de mofo-branco possibilita rotacioná-los, de forma que exerçam menor pressão de seleção sobre o patógeno e viabilize a adoção de estratégias antirresistência do fungo aos fungicidas, preservando a eficiência das moléculas pelo maior tempo possível.

Referências

BURR, I.W.; FOSTER, L.A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo Series, 282).

CAMPOS, H.D.; SILVA, L.H.C.P.; MEYER, M.C.; SILVA, J.R.C.; NUNES JUNIOR, J. Mofo-branco na cultura da soja e os desafios da pesquisa no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v.35, Suplemento, p. C-CI, 2010.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**: maio/2018 - oitavo levantamento. Brasília: Conab, v.5, n.8, 2018. 140 p.

GRAU, C.R.; HARTMAN, G.L. Sclerotinia stem rot. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. **Compendium of soybean diseases and pests**. 5. ed. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 2015. p.59-62.

JACCOUD FILHO, D.S.; NASSER, L.C.B.; HENNENBERG, L.; GRABICOSKI, E.M.G.; JULIATTI, F.C. Mofo-branco: Introdução, histórico, situação atual e perspectivas. In: JACCOUD FILHO, D.S.; HENNENBERG, L.; GRABICOSKI, E.M.G. (eds.). **Mofo branco**. Ponta Grossa: Todapalavra, 2017. p. 29-73.

LEHNER, M.S.; PETHYBRIDGE, S.J.; MEYER, M.C.; DEL PONTE, E.M. Meta-analytic modelling of the incidence-yield and incidence-sclerotial production relationships in soybean white mold epidemics. **Plant Pathology**, v.66, n. 3, p 460-468, 2016.

MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; JULIATTI, F. C.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2016/17**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 5 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 133).

SAS/STAT®. **Versão 9.1.3 do sistema SAS para Windows**, 1999-2001. Cary: SAS Institute Inc., 1999.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, Oxford, v.52, p.591-611, 1965.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, Washington, v.5, p.232-242, 1949.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C. P. 231, CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

PDF digitalizado: 2018

Comitê Local de Publicações da Embrapa Soja

Presidente

Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos
Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos
Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning,
Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e
Osmar Conte.*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

Alfredo R. Dias



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO