

Londrina, PR
Outubro, 2016**Autores****Maurício C. Meyer, D.Sc.**
Eng. Agr., Embrapa Soja,
Londrina, PR.**Hercules D. Campos, D.Sc.**
Eng. Agr., UniRV,
Rio Verde, GO.**Cláudia V. Godoy, D.Sc.**
Eng. Agr., Embrapa Soja,
Londrina, PR.**Carlos M. Utiamada**
Eng. Agr., TAGRO,
Londrina, PR.**Luis H. C. P. da Silva, M.Sc.**
Eng. Agr.,
AgroCarregal,
Rio Verde, GO.**Marcio Goussain, D.Sc.**
Eng. Agr.,
Assist Consultoria e
Experimentação Agronômica,
Campo Verde, MT.

Ensaio cooperativos de controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja: resultados sumarizados da safra 2015/2016

O mofo-branco ocorre na cultura da soja em diversas regiões do Brasil, mas principalmente naquelas com médias de temperaturas noturnas abaixo de 20°C e com elevada frequência de chuvas no período entre o final da fase reprodutiva e início de formação de grãos da soja (FERRAZ et al., 1999; MEYER et al., 2010). Estima-se que cerca de 23% da área cultivada com soja no Brasil esteja infestada por *Sclerotinia sclerotiorum*, o agente causal da doença (MEYER et al., 2016).

Uma característica marcante do patógeno é a produção de escleródios, que são as estruturas de sobrevivência do fungo. Os escleródios têm coloração externa preta e são formados a partir do emaranhado de hifas que se aglomeram e formam estruturas firmes e densas, geralmente arredondadas ou alongadas, produzidos tanto externa quanto internamente nas hastes das plantas afetadas (GÖRGEN et al., 2010; GRAU; HARTMAN, 2015).

Sob condições favoráveis de temperatura e umidade do solo, a germinação dos escleródios pode ocorrer de duas formas: germinação miceliogênica, com o crescimento de hifas a partir dos poros dos escleródios ou, germinação carpogênica, com a formação de apotecios, estruturas de cor branca ou bege, em forma de corneta, em cujas extremidades (himênios) se formam os ascósporos, principais responsáveis pela infecção nas plantas de soja (BOLTON et al. 2006; GÖRGEN et al., 2010).

O manejo do mofo-branco em soja deve ser realizado pela integração de medidas culturais, aliado à adoção de controle químico e biológico. Dentre as medidas culturais, a formação de uma uniforme cobertura de solo com palhada de gramíneas é fundamental para o controle da doença, tanto pelo condicionamento do solo para melhor estabelecimento de agentes antagonistas à *S. sclerotiorum*, quanto pelo efeito de barreira física à disseminação de ascósporos (FERRAZ et al., 1999).

Fotos: Maurício C. Meyer



O controle biológico de *S. sclerotiorum* ocorre principalmente pela ação de microrganismos que parasitam e degradam os escleródios no solo, reduzindo a quantidade de inóculo da doença nas áreas infestadas. Dentre esses microrganismos, destacam-se algumas espécies do fungo *Trichoderma* e da bactéria *Bacillus*, já existindo produtos formulados disponíveis no mercado (MEYER et al., 2016).

A eficiência de agentes de biocontrole na inviabilização de escleródios de *S. sclerotiorum* na cultura da soja vem sendo avaliada desde 2012, pela rede de ensaios cooperativos conduzidos por pesquisadores de instituições de pesquisa e experimentação nos Estados de Goiás, da Bahia, do Mato Grosso do Sul, do Mato Grosso, de Minas Gerais e do Paraná. Esta publicação apresenta os resultados sumarizados dos ensaios cooperativos, realizados na safra 2015/16.

Material e Métodos

Os ensaios da safra 2015/16 foram instalados em 13 locais distribuídos nos Estados de Goiás, da Bahia, do Mato Grosso do Sul, do Mato Grosso, de Minas Gerais e do Paraná (Tabela 1), com o objetivo de avaliar o efeito de agentes de biocontrole na degradação de escleródios de *S. sclerotiorum* no solo, sob cultivo de soja em sistema de semeadura direta sobre palha.

Tabela 1. Instituições, locais onde os ensaios foram instalados, cultivares e data de semeadura da soja, safra 2015/16.

Instituição	Local	Cultivar	Data de semeadura
1. AgroCarregal (1)	Montividiu, GO	SYN-1163	25/10/2015
2. AgroCarregal (2)	Rio Verde, GO	M 6972 IPRO	15/10/2015
3. Assist	Campo Verde, MT	TMG 132 RR	04/12/2015
4. Círculo Verde	L.E. Magalhães, BA	M 8349 IPRO	16/12/2015
5. Embrapa Soja	Goianira, GO	M 8210 IPRO	05/11/2015
6. UniRV (1)	Rio Verde, GO	M 8210 IPRO	28/10/2015
7. UniRV (2)	Rio Verde, GO	BMX Desafio RR	26/10/2015
8. Fundação Chapadão	Chapadão do Sul, MS	TEC 7849 IPRO	29/10/2015
9. CTPA	Silvânia, GO	M 8170 IPRO	28/11/2015
10. UFG	Jataí, GO	0971MF00 RR	15/11/2015
11. EEACG	Palmeira, PR	BMX Potência RR	18/11/2015
12. UEPG	Ponta Grossa, PR	BMX Potência RR	18/11/2015
13. UFU	Uberlândia, MG	BG41801RR	26/11/2015

Os ensaios foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas de 6 linhas de 6 m e quatro repetições. Foram consideradas como parcela útil as quatro linhas de 5 m centrais. Os tratamentos foram aplicados em dias nublados ou chuvosos, ou no final da tarde. As pulverizações foram realizadas com pulverizadores pressurizados com CO₂, barras com 4 ou 6 pontas de jato plano e calibrados para vazões de 120 L a 200 L ha⁻¹.

Mônica C. Martins, D.Sc.
Eng. Agr.,
Círculo Verde Assessoria
Agrônômica e Pesquisa,
Luis Eduardo Magalhães, BA.

José Nunes Junior, D.Sc.
Eng. Agr., CTPA,
Goiânia, GO.

Wilson S. Venancio, D.Sc.
Eng. Agr., CWR
Pesquisa Agrícola/UEPG,
Palmeira, PR.

Cláudia B. Pimenta, M.Sc.
Eng. Agr., Emater-GO,
Goiânia, GO.

Edson P. Borges, M.Sc.
Eng. Agr.,
Fundação Chapadão,
Chapadão do Sul, MS.

David S. Jaccoud Filho, Ph.D.
Biólogo, Eng. Agr., UEPG,
Ponta Grossa, PR.

Luciana C. Carneiro, D.Sc.
Eng. Agr., UFG,
Jataí, GO

Fernando C. Juliatti, D.Sc.
Eng. Agr., UFU,
Uberlândia, MG.

Foram realizadas duas aplicações dos agentes de biocontrole no início do estágio vegetativo, nos estádios V2 e V4 das plantas, respectivamente. Os tratamentos foram compostos por quatro formulações de propágulos de *Trichoderma harzianum*, duas de *T. asperellum*, uma de *Bacillus subtilis*, uma de *B. pumilus*, e um tratamento testemunha, sem aplicação de biofungicidas (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos com biofungicidas, ingrediente ativo, empresas, épocas de aplicação, doses dos produtos comerciais e concentração de ativos do ensaio cooperativo de controle biológico de mofo-branco em soja, safra 2015/16.

Tratamentos (prod. comerciais)	Ingrediente Ativo	Épocas de aplicação		Dose p.c. L-kg ha ⁻¹	Conc. I.A ¹
		1 ^a	2 ^a		
1. Testemunha	-	-	-	-	-
2. Trichodermil	<i>T. harzianum</i> , Koppert	V2	V4	1	2 x(10) ⁹
3. StimuControl S	<i>T. harzianum</i> , Simbiose	V2	V4	1	1x(10) ⁹
4. Quality	<i>T. asperellum</i> , Farroupilha	V2	V4	0,1	1x(10) ¹⁰
5. Predatox	<i>T. harzianum</i> , Ballagro	V2	V4	1	2x(10) ⁸
6. Ecotrich	<i>T. harzianum</i> , Ballagro	V2	V4	0,1	1x(10) ¹⁰
7. PNR ²	<i>B. pumilus</i> , Bayer	V2	V4	4	14,35 g L ⁻¹
8. Serenade	<i>B. subtilis</i> , Bayer	V2	V4	2	13,68 g L ⁻¹
9. TrichoderMax	<i>T. asperellum</i> , Monsanto BioAg	V2	V4	1	1,5x(10) ⁹

¹Concentração mínima de conídios ou células do agente de biocontrole por mL ou g de produto. ²PNR = produto não registrado para a cultura da soja no MAPA. *T.* = *Trichoderma*; *B.* = *Bacillus*.

Amostras contendo 50 escleródios foram colocadas em sacos de tela de náilon com malha de 1,5 mm. Foram distribuídos dois sacos com escleródios em cada parcela, posicionando-os na superfície do solo, abaixo da cobertura uniforme de palhada.

Para avaliar o efeito dos tratamentos, as amostras de escleródios foram recolhidas em dois momentos, sendo o primeiro em estágio V4 das plantas, após a primeira aplicação e antes da segunda aplicação. A segunda amostra foi recolhida em V8, após as duas aplicações dos produtos biológicos. As amostras de cada local foram enviadas ao laboratório de fitopatologia da Universidade de Rio Verde, em Rio Verde, GO, onde foram realizados os testes de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* (germinação carpogênica, quantificação de escleródios colonizados por *Trichoderma* spp. e de escleródios inviáveis).

Para as avaliações da colonização por *Trichoderma* spp. e de escleródios inviáveis, foram utilizados 20 escleródios por amostra (80 escleródios por tratamento), transferidos para placas de Petri com meio de cultura BDA modificado, para uma

concentração reduzida em 1/3 dos ingredientes batata e dextrose, acidificado com ácido láctico para pH = 4,0 (BDA pobre acidificado). Ao meio fundente foram adicionados 250 µL de dispersante Triton[®] e 0,2 g de antibiótico oxitetraciclina. O período de incubação foi de cinco dias em câmara B.O.D. a 25°C e ausência de luz.

As avaliações de germinação carpogênica dos escleródios foram realizadas em caixas gerbox contendo aproximadamente 200 g de solo de barranco, umedecido até atingir 60% da capacidade de campo. Foram avaliados 20 escleródios por amostra (80 escleródios por tratamento). Em cada caixa gerbox foram acondicionados 20 escleródios. Esses gerbox foram incubados, em câmaras de crescimento tipo B.O.D, à temperatura de 15°C e fotoperíodo de 15 horas de luz por 25 dias.

Foram realizadas análises de variância exploratória, para cada local. Nas análises individuais foram verificadas a significância do efeito de blocos, o quadrado médio residual, o coeficiente de variação, a assimetria, a curtose, a normalidade da distribuição de resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965),

a aditividade do modelo estatístico (TUKEY, 1949) e a homogeneidade de variâncias dos tratamentos, por meio do teste de Burr & Foster (1972). Todas as análises conjuntas foram realizadas em rotinas geradas no programa SAS® versão 9.1.3. (SAS / STAT, 1999), com as médias analisadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

As análises conjuntas foram realizadas com os resultados de 11 dos 13 locais onde os ensaios foram conduzidos (locais 1 a 11, Tabela 1).

Não foi observada redução da germinação carpogênica com uma aplicação de biofungicidas, em nenhum dos tratamentos. Com duas aplicações, com exceção dos tratamentos T3 e T5, os demais tratamentos apresentaram redução da germinação carpogênica em relação à testemunha T1, com percentuais de redução variando de 67% a 100% (Tabela 3).

Quanto à colonização de escleródios por *Trichoderma* spp. nos tratamentos com uma aplicação, apenas o tratamento T8 diferiu da testemunha T1. Nas amostras que receberam duas aplicações, os tratamentos T6 e T9 superaram a testemunha T1, com maiores percentuais de colonização por *Trichoderma* spp. (Tabela 3).

Os percentuais de colonização de escleródios por *Trichoderma* spp. observados no tratamento controle sem aplicação (T1) e nos tratamentos com produtos que não possuem *Trichoderma* spp. em suas formulações (T7 e T8) refletem a elevada capacidade de dispersão dos conídios desse agente de biocontrole, mesmo com todos os cuidados adotados na condução dos ensaios.

Com exceção do tratamento T3, os demais não diferiram da testemunha T1 para inviabilização de escleródios com uma aplicação de biofungicidas. Com duas aplicações, os tratamentos T6 e T8 promoveram os maiores índices de mortalidade de escleródios. Os tratamentos T4, T5 e T7 também apresentaram similaridade de inviabilização de escleródios com os tratamentos T6 e T8, mas não diferiram da testemunha T1 (Tabela 3).

Os resultados desses ensaios cooperativos demonstram que é possível reduzir o potencial de inóculo de *S. sclerotiorum* no solo pelo emprego de agentes de controle biológico, mesmo que dependentes de condições ambientais favoráveis para colonizar e afetar a viabilidade dos escleródios. Os biofungicidas testados inibiram significativamente a capacidade de formação de apotecios, o que pode contribuir para a redução da incidência de mofo-branco nas lavouras de soja.

Tabela 3. Germinação carpogênica, percentual de controle (C%), colonização de escleródios por *Trichoderma* spp. e escleródios inviáveis nos ensaios cooperativos de controle biológico de mofo-branco - safra 2015/2016.

Tratamentos	Germinação carpogênica (%)				Colonização por <i>Trichoderma</i> spp. (%)		Escleródios inviáveis (%)	
	1 aplic. ¹	C (%)	2 aplic. ²	C (%)	1 aplic. ³	2 aplic. ¹	1 aplic. ³	2 aplic. ¹
1. Testemunha	24,6 a	0	14,2 a	0	8,5 b	16,5 bc	8,6 b	9,0 c
2. <i>T. harzianum</i> , Koppert	21,1 a	14	4,6 b	68	16,3 ab	23,2 bc	13,3 ab	11,9 bc
3. <i>T. harzianum</i> , Simbiose	24,9 a	0	8,1 ab	43	12,0 b	15,5 bc	20,2 a	9,1 c
4. <i>T. asperellum</i> , Farroupilha	15,0 a	39	4,7 b	67	17,6 ab	21,9 bc	13,2 ab	13,3 abc
5. <i>T. harzianum</i> , Ballagro	26,0 a	0	5,2 ab	64	13,3 ab	14,0 c	11,9 ab	14,7 abc
6. <i>T. harzianum</i> , Ballagro	17,5 a	29	4,7 b	67	12,2 b	37,4 a	15,3 ab	21,1 ab
7. <i>B. pumilus</i> , Bayer	21,2 a	14	0,0 b	100	19,6 ab	13,8 c	13,8 ab	18,3 abc
8. <i>B. subtilis</i> , Bayer	20,3 a	17	3,1 b	79	14,6 ab	28,0 ab	11,9 ab	22,6 a
9. <i>T. asperellum</i> , M. BioAg	15,1 a	39	0,9 b	94	24,0 a	37,4 a	15,5 ab	13,5 abc
C.V.(%)	78,1		140,1		91,7	57,5	88,6	64,4

Médias seguidas das mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$). ¹Médias de seis locais; ²Médias de três locais; ³Médias de oito locais. *T.* = *Trichoderma*; *B.* = *Bacillus*.

Referências

- BOLTON, M.D.; THOMMA, B.P.H.J.; NELSON, B.D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, p. 1-16, 2006.
- BURR, I.W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo Series, 282).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, julho/2016 – décimo levantamento**. Brasília: Conab, v.3, n.10, 179p., 2016.
- FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C.; NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, London, v. 48, p. 77-82, 1999.
- GÖRGEN, C.A.; HIKISHIMA, M.; SILVEIRA NETO, A.N.; CARNEIRO, L.C.; LOBO JUNIOR, M. Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 73-104.
- 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.
- MEYER, M.C.; FERREIRA, L.C.; BAYLÃO, B.S.G.; COSTA, N.B.; GUERZONI, R.A.; PIMENTA, C.B.; NUNES JÚNIOR, J.; VENANCIO, W.S. Influência do nível de água no solo sobre a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 35 (suplemento), p. S153, 2010.
- MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M. (Ed.). **Ensaio cooperativos de controle biológico de mofo branco na cultura da soja - safras 2012 a 2015**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 46 p. (Embrapa Soja, Documentos, 368).
- SAS/STAT[®] **Versão 9.1.3 do sistema SAS para Windows**, copyright[®] 1999-2001 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- 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.

Circular Técnica, 124

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
 acesso Orlando Amaral
 C.P. 231, CEP 86001-970
 Distrito da Warta, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Embrapa

MINISTÉRIO DA
 AGRICULTURA, PECUÁRIA
 E ABASTECIMENTO



1ª edição
 PDF digitalizado (2016).

Comitê de publicações

Presidente: Ricardo Villela Abdelnoor
Secretário-Executivo: Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros: Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliâne Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.

Expediente

Supervisão editorial: Vanessa Fuzinato Dall'Agnol
Normalização bibliográfica: Ademir Benedito Alves de Lima

Editoração eletrônica: Vanessa Fuzinato Dall'Agnol