

# Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja

Claudia Adriana Grgeren<sup>(1)</sup>, Américo Nunes da Silveira Neto<sup>(1)</sup>, Luciana Celeste Carneiro<sup>(1)</sup>, Vilmar Ragagnin<sup>(1)</sup> e Murillo Lobo Junior<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Goiás, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Caixa Postal 03, CEP 75800-000 Jataí, GO. E-mail: claudiadrianagorgen@gmail.com, americanunesagro@yahoo.com.br, luciana.celeste.carneiro@gmail.com, vilmar.ragagnin@gmail.com.

<sup>(2)</sup>Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antnio de Goiás, GO. E-mail: murillo@cnpaf.embrapa.br

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da cobertura vegetal com palhada de *Brachiaria ruziziensis*, da aplicação de *Trichoderma harzianum* 1306 e da interação entre esses métodos na redução da densidade de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum*, na incidência de mofo-branco e na produtividade da soja. As avaliações foram realizadas entre 2006 e 2008 em Jataí, GO, em lavoura comercial, com média de 136,08 escleródios do patógeno m<sup>-2</sup>. Em maro e outubro de 2006, foram aplicados 0, 0,5, 1 e 1,5 L ha<sup>-1</sup> do inóculo de *T. harzianum* 1306 (2x10<sup>9</sup> esporos viáveis mL<sup>-1</sup>) em parcelas cultivadas com e sem *B. ruziziensis*. Após dessecação da braquiária com glifosato (2,5 L ha<sup>-1</sup>) e plantio da soja 'M-Soy 6101' sobre 10,1 Mg ha<sup>-1</sup> de palhada, verificou-se redução de 98% de apotécios. Nos tratamentos com palhada e 0,5 e 1 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum*, verificou-se 72,1 e 84,1% de escleródios parasitados a mais, respectivamente. Em 2006/2007, o rendimento da soja 'M-Soy 6101' foi inversamente proporcional  população de apotécios por metro quadrado, porém 7,6% menor nos tratamentos com palha. Na safra 2007/2008, a incidência da doena em soja 'M-Soy 7908' foi menor nas parcelas com palhada e 0,5 e 1 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum* 1306, aplicados apenas no ano anterior. O biocontrole com *T. harzianum* 1306 em campo e uso da palhada de *B. ruziziensis*  eficiente e viável para o controle do mofo-branco da soja em áreas de Cerrado.

Termos para indexação: *Glycine max*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Brachiaria ruziziensis*, controle biológico, controle cultural.

## White mold control with mulch and *Trichoderma harzianum* 1306 on soybean

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate the effects of crop cover, using *Brachiaria ruziziensis* mulch, *Trichoderma harzianum* 1306 spray treatment and of the interaction between these methods in reducing the density of *Sclerotinia sclerotiorum* inocula, in white mold incidence and in soybean yield. The evaluations were done from 2006 to 2008 in Jata (Goiás State, Brazil), in a commercial crop with an average of 136.08 sclerotia m<sup>-2</sup>. In March and October 2006, 0, 0.5, 1 and 1.5 L ha<sup>-1</sup> of *T. harzianum* 1306 (2x10<sup>9</sup> viable spores mL<sup>-1</sup>) were sprayed on plots cropped with *B. ruziziensis* or not. After controlling brachiaria with glyphosate (2,5 L ha<sup>-1</sup>) and sowing soybean 'M-Soy 6101' onto 10.1 Mg ha<sup>-1</sup> of its straw, 98% less apothecia were found in these treatments. The treatments with straw and 0.5 and 1 L ha<sup>-1</sup> of *T. harzianum* presented 72.1 and 84.1% more parasited sclerotia respectively. 'M-Soy 6101' soybean yield in 2006/2007 was inversely proportional to the apothecia population per square meter, but 7.6% lower in the treatments with straw. In the 2007/2008 season, the disease incidence in 'M-Soy 7908' was lower in plots with straw and 0.5 and 1 L ha<sup>-1</sup> of *T. harzianum* 1306, applied only in the previous year. Biocontrol with *T. harzianum* 1306 and the use of *B. ruziziensis* mulch are efficient and viable for white mold control in soybean in Brazilian Cerrado areas.

Index terms: *Glycine max*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Brachiaria ruziziensis*, biological control, cultural control.

### Introdução

Entre as doenas que incidem sobre a soja, o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary), também conhecido como podridão-de-esclerotnia, tem se destacado como uma das mais graves. O patógeno sobrevive no solo por meio de estruturas de resistência

chamadas de escleródios e pode atacar mais de 400 espécies hospedeiras, entre elas plantas de importância econmica como soja, feijão, algodão e girassol (Bolton et al., 2006).

Na cultura da soja, a fase mais vulnerável  infecção vai da floração plena (R2) ao início da formação dos

grãos (R5) (Danielson et al., 2004). Em condições de alta umidade, o fungo pode colonizar os tecidos sadios entre 16 e 24 horas após a infecção do tecido floral senescente. Em tempo seco, o progresso da doença pode ser retardado ou paralisado, mas é retomado quando as condições de alta umidade retornam. O micélio pode permanecer viável em flores infectadas por até 144 horas em condições desfavoráveis e retoma o desenvolvimento quando as condições favoráveis retornam (Harikrishnan & Del Río, 2006). Não existem cultivares de soja resistentes a *S. sclerotiorum*, e o controle químico do mofo-branco pode ser inviável em razão dos custos e das dificuldades de se obter uma cobertura total da planta durante a pulverização.

Entre as recomendações para manejo do mofo-branco, podem ser destacadas práticas como o controle cultural com formação da palhada para o sistema de plantio direto (SPD) e o controle biológico com antagonistas. O controle cultural pela cobertura do solo com palhada pode inibir a formação de apotécios, conforme demonstrado em condições experimentais (Ferraz et al., 1999; Ferguson et al., 2001). Já o controle biológico com aplicação de *Trichoderma harzianum* pode reduzir em 62,5% o número de escleródios viáveis (Menendez & Godeas, 1998). Apesar do sucesso relativo dessas práticas, em nenhum trabalho se verificou a interação entre elas. Da mesma forma, não se sabe se o controle cultural e biológico pode proporcionar benefícios para as safras subsequentes sem repetição dessas estratégias na mesma gleba.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos isolados e a interação entre cobertura vegetal e palhada de *Brachiaria ruziziensis* e do controle biológico com *T. harzianum* na redução da densidade de inóculo, na incidência de mofo-branco e no rendimento da soja.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Boa Vista, em Jataí, GO, (17°57'53"S, 52°04'06"W, com altitude de 854 m acima do nível do mar), em Latossolo Vermelho distroférico (43% de argila). A área foi cultivada por 26 anos com monocultura de soja no verão e por 16 anos em sucessão com milho safrinha, em sistema de semeadura direta. Nessa área, naturalmente infestada com *S. sclerotiorum*, o primeiro foco do mofo-branco foi observado na safra de 2001/2002, com disseminação por toda a gleba nas safras seguintes, o

que levou a uma perda superior a 30% na produção da safra de 2005/2006. O ensaio foi instalado em março de 2006, após a colheita da soja, e realizado nas duas safras subsequentes, 2006/2007 e 2007/2008.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, conduzido em faixas com parcelas de 630 m<sup>2</sup> (21 m de largura e 30 m de comprimento). Os tratamentos compreenderam parcelas com e sem palhada de *Brachiaria ruziziensis* e com diferentes doses (0, 0,5, 1,0, 1,5 L ha<sup>-1</sup>) de suspensão de esporos de *Trichoderma harzianum* 1306 com 2x10<sup>9</sup> conídios viáveis mL<sup>-1</sup> (Trichodermil SC, Itaforte Bioprodutos, Itapetinga, SP), em duas épocas de aplicação (março e outubro).

A semeadura da *B. ruziziensis* foi realizada em 17 de março de 2006, com semeadora adubadora para plantio direto Super Tatu PS3 (Marchesan, Matão, SP) com discos de sorgo. O espaçamento entre linhas foi de 45 cm, e a profundidade média foi de 1,5 cm. A semente utilizada apresentava 76 pontos de valor cultural (pvc). Desse modo, foram utilizados 3,47 kg ha<sup>-1</sup> de sementes para ajustar a semeadura com 300 pvc ha<sup>-1</sup>, o que estabeleceu cinco plantas por metro quadrado.

As sementes de *B. ruziziensis* ficaram distribuídas na superfície do solo ou até 2 cm de profundidade. Três dias após a semeadura (DAS), 50% das sementes haviam germinado e, aos 90 DAS, a cobertura do solo pelas folhas da braquiária foi superior a 90%. Ainda aos 90 DAS, amostras aleatórias de diferentes parcelas demonstraram crescimento das raízes superior a 20 cm de profundidade.

A palhada de *B. ruziziensis* foi obtida após sua dessecação com 2,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, em 16 de outubro de 2006. No dia anterior à dessecação, foram coletadas amostras da parte aérea de 1 m<sup>2</sup> de braquiária por parcela, para determinar a massa seca por hectare. As amostras foram colocadas em sacos de plástico e imediatamente remetidas à Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, GO) para secagem a 60°C por 72 horas. A coleta do solo para avaliação da população inicial de escleródios foi realizada em 20 de março de 2006 com uma moldura de madeira (gabarito) de 0,5x0,5 m, lançada aleatoriamente dentro de cada parcela, com três repetições. O solo delimitado pelo gabarito foi coletado na camada de 0–5 cm de profundidade e, em seguida, encaminhado à Embrapa Arroz e Feijão, para a obtenção e contagem dos escleródios. Os escleródios foram recuperados

das frações de solo obtidas em peneiras de seis e dez malhas por plegada com o auxílio de pinças.

A segunda coleta de solo para quantificação de escleródios foi realizada no dia 26 de setembro de 2006, com o mesmo procedimento da primeira amostragem, sem repetir o local da coleta anterior. Os escleródios obtidos foram plaqueados em meio de cultura BDA, na Embrapa Arroz e Feijão, para avaliação da viabilidade e do parasitismo por *Trichoderma* ou outros microrganismos.

A viabilidade dos escleródios foi determinada pela produção de micélio branco característico de *S. sclerotiorum*, identificado com auxílio de microscópio. O parasitismo por *Trichoderma* foi determinado pela colonização de escleródios germinados ou não e identificação de acordo com características morfológicas. Foram considerados como escleródios inviabilizados aqueles que não apresentaram germinação miceliogênica oito dias após o plaqueamento.

A primeira aplicação de *T. harzianum* 1306 foi no dia 23 de março de 2006. O volume utilizado foi de 100 L ha<sup>-1</sup> de calda, e a aplicação foi realizada após as 16 horas, em condições de umidade relativa superior a 80%, com pulverizador Uniport (Jacto, Pompéia, SP). A segunda aplicação ocorreu em 30 de outubro de 2006, nas mesmas condições ambientais da primeira aplicação.

Na safra de 2006/2007, a cultura da soja M-Soy 6101 foi implantada com semeadura direta, em parcelas com e sem palhada, em 28 de outubro de 2006, 12 dias após a dessecação da braquiária. Foram aplicados 377 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-23-18 de NPK, de acordo com a análise química do solo. O tratamento de sementes foi realizado com os fungicidas fludioxonil e thiram, mais o inseticida cloronicotinil. A densidade de plantio foi de 26 sementes por metro. Para o manejo da cultura da soja, foram usadas as recomendações técnicas para cultivo da soja no Cerrado (Embrapa, 2006).

Na cultura da soja, o número de apotécios foi avaliado quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento R2. A contagem foi feita em todas as parcelas com uso do mesmo gabarito de 0,5x0,5 m descrito para a coleta de solo, com cinco repetições por parcela. Nas parcelas com palhada de braquiária, foram contados apenas os apotécios que ultrapassaram a palhada. A incidência do mofo-branco (percentagem de plantas com sinais do patógeno e/ou sintomas

da doença) foi estimada no estágio R5, tendo sido realizadas cinco amostragens aleatórias em 2 m<sup>2</sup> dentro de cada parcela.

A colheita da soja foi realizada em 12 de fevereiro de 2007. Seis amostras de 2 m<sup>2</sup> foram colhidas aleatoriamente, para avaliar o rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) e a massa de 100 grãos. Essas amostras foram obtidas a uma distância mínima de 1 m das extremidades das parcelas. O número total de vagens por planta foi estimado a partir de dez plantas retiradas aleatoriamente das seis amostras descritas acima. O teor de água dos grãos foi ajustado para 13%. A massa de 100 grãos foi obtida pela média de cinco subamostras em cada parcela. As avaliações foram realizadas na Embrapa Arroz e Feijão.

Após a colheita das parcelas do ensaio de 2006/2007, foi cultivado milho na safrinha. Na safra de soja de 2007/2008, os tratamentos aplicados na safra anterior não foram repetidos com o objetivo de avaliar o seu efeito residual sobre o número de apotécios e a incidência do mofo-branco nas mesmas parcelas e da mesma forma descrita para o ano anterior. A cultivar empregada no segundo ano foi a M-Soy 7908, de ciclo médio, semeada na segunda quinzena de outubro de 2007. Novamente, foram usadas as recomendações técnicas para cultivo da soja no Cerrado.

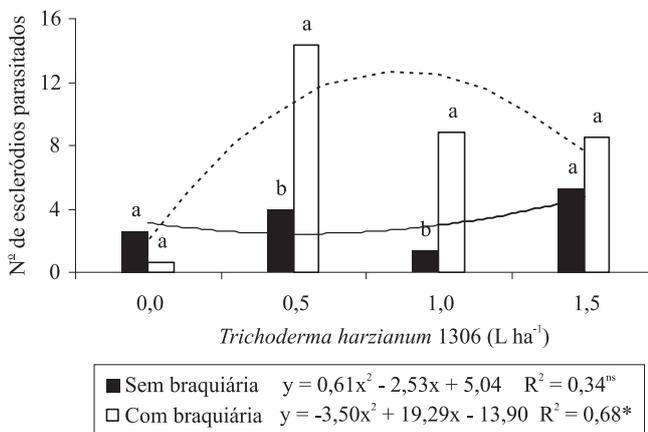
A contagem do número de apotécios foi realizada no 12 de dezembro de 2007, durante o estágio R2 da soja, com o gabarito para coleta de solo, com cinco repetições por parcela. Na safra de 2007/2008, foram realizadas duas avaliações da incidência do mofo-branco. A primeira foi realizada em 9 de janeiro de 2008, quando as plantas estavam em R5 (grãos com início de formação, perceptíveis ao tato), e a segunda, em 23 de fevereiro de 2008, no estágio R7 (início do amarelecimento de folhas e vagens). A metodologia utilizada para estimativa da incidência, colheita, avaliações do rendimento, número de vagens por planta e massa de 100 grãos foi a mesma empregada em 2006/2007.

Todos os dados foram submetidos à análise estatística, realizada com o programa SAS (SAS Institute, 2002). As diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos na análise de variância foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso de comparações que consideraram componentes do rendimento com doses de *T. harzianum*, foi realizada também análise de regressão linear.

## Resultados e Discussão

Não houve diferença entre a densidade de inóculo inicial (136,08 escleródios  $m^{-2}$ ) nos diferentes tratamentos, o que garantiu as condições adequadas para o experimento. Dessa forma, foi demonstrada a alta densidade do patógeno no solo, pois, segundo Adams & Ayers (1979), um único escleródio viável em 5  $m^2$  é suficiente para causar uma epidemia severa de mofo-branco.

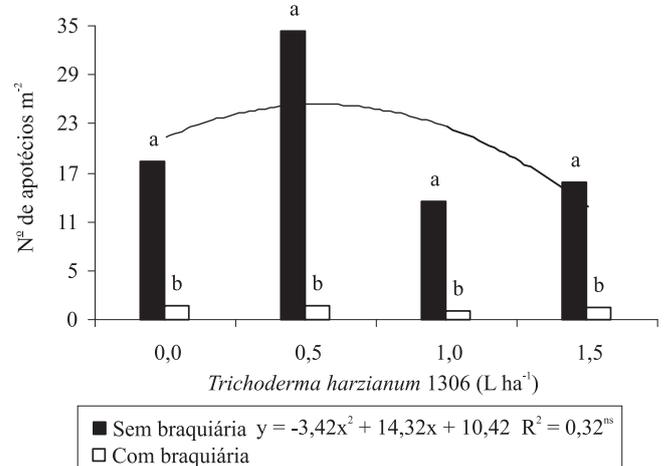
A maior proporção de escleródios parasitados por *Trichoderma* foi encontrada em tratamentos com aplicação do antagonista e braquiária com matéria seca estimada em 10,1  $Mg\ ha^{-1}$ . Houve interação entre os efeitos da palhada de braquiária e das doses de *T. harzianum* 1306 no número de escleródios parasitados por *Trichoderma* spp., e a relação entre essas variáveis foi ajustada por modelos quadráticos (Figura 1). Dessa forma, pode-se afirmar que a formação de cobertura pode se tornar primordial para a utilização de controle biológico em grandes culturas, já que a atividade biocontroladora foi maior no ambiente formado pela palhada. As curvas de resposta obtidas demonstraram maior número de escleródios parasitados em tratamentos com 0,5 e 1  $L\ ha^{-1}$  de *T. harzianum* 1306 em parcelas com braquiária que nos tratamentos sem cobertura. A cobertura do solo não influenciou o parasitismo de escleródios para a dose de 1,5  $L\ ha^{-1}$  do antagonista em comparação à testemunha.



**Figura 1.** Relação entre número de escleródios parasitados por *Trichoderma* e doses de *T. harzianum* 1306 com  $2 \times 10^9$  esporos viáveis  $mL^{-1}$ , aplicadas em ausência e presença de palhada de *Brachiaria ruziziensis* em Jataí, GO, em 2006/2007. Médias relacionadas a cada dosagem de *T. harzianum* 1306 seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>Não significativo.

A maior eficiência de doses intermediárias de *T. harzianum* no controle de patógenos do solo também foi relatada por Lobo Junior (2005), com perda da eficiência em doses mais altas. Isso possivelmente decorre da inibição da atividade de *T. harzianum*, causada por superpopulação. O número médio de apotécios formados na presença de braquiária foi de 0,40  $m^{-2}$ , o que equivale a uma redução de 98% em relação ao obtido na ausência de braquiária (20,52  $m^{-2}$ ) na safra de 2006/2007 (Figura 2). Essa redução demonstrou que a cobertura de braquiária reduziu drasticamente o potencial infectante do patógeno.

A maior proporção de escleródios parasitados em tratamentos com braquiária pode também ter sido facilitada pela germinação carpogênica de escleródios durante o cultivo das gramíneas e ser responsável pelo esgotamento dos escleródios que dificilmente germinam novamente (Adams & Ayers, 1979). Além de bloquear a produção de apotécios, que necessitam de luz para completar o desenvolvimento, a palhada de *B. ruziziensis* também contribuiu para o aumento do parasitismo de escleródios (Figura 1). Os efeitos da palhada na germinação de apotécios também foram demonstrados por Ferraz et al. (1999) e Ferguson et al. (2001) em condições controladas. Além da barreira física, a redução da luminosidade sobre o solo pode



**Figura 2.** Relação entre o número de apotécios em ausência ou presença da palhada de *Brachiaria ruziziensis* e doses de *T. harzianum* 1306 com  $2 \times 10^9$  esporos viáveis  $mL^{-1}$  em Jataí, GO, em 2006/2007. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*Significativo a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo.

atrasar em várias semanas a produção de apotécios e reduzir seu tamanho (Sun & Yang, 2000).

Houve redução do inóculo inicial de *S. sclerotiorum* no campo. A palhada de braquiária proporciona cobertura eficiente e duradoura para o solo em regiões de clima tropical. Conforme Balbino et al. (2002) e Marchão et al. (2009), as braquiárias podem ser manejadas em sistemas de integração lavoura-pecuária ou como cultura para cobertura do solo, o que permite a produção de palha com maior volume e maior durabilidade em comparação a milho, sorgo ou milheto.

Em todos os tratamentos com *T. harzianum* 1306 em 2006/2007, houve maior número de apotécios formados em solo sem cobertura. Esta formação de apotécios após a aplicação de tratamentos é considerada uma estimativa da sobrevivência de escleródios após a ação de antagonistas (Gerlagh et al., 1999). Não houve efeito de doses de *T. harzianum* 1306 em relação ao número de apotécios por metro quadrado quando considerados isoladamente os tratamentos com e sem palha, o que indica que o efeito do controle biológico foi obtido antes da germinação dos escleródios sob a soja (Figura 2).

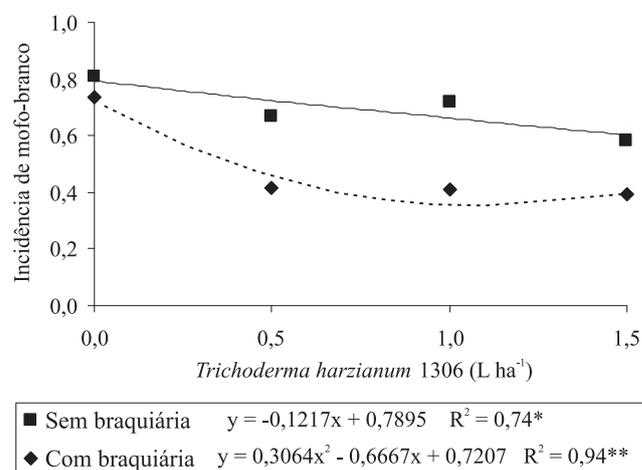
Não foi observada incidência de mofo-branco na safra de 2006/2007, apesar da presença de grande quantidade de apotécios durante o florescimento pleno (estádio R2) da cultura da soja. Uma possível explicação para isso pode ser o fechamento das plantas entre as fileiras, posterior à floração plena da cultivar, o que leva à incidência tardia da doença. Todavia, o rendimento nos tratamentos sem palhada foi inversamente proporcional à população de apotécios, ajustada pelo modelo  $y = -0,3406x + 54,496$  ( $R^2 = 0,59$ ), significativo a 5%.

Na safra de 2007/2008, o solo permaneceu parcialmente coberto com a palhada de milho produzido na safrinha de 2007, que não foi eficiente como barreira à produção de apotécios. Contudo, o número

de apotécios foi drasticamente inferior ao avaliado na safra anterior (Tabela 1) no segundo ano de avaliação, o que não impediu a manifestação da doença em toda a área experimental e corrobora resultados de Adams & Ayers (1979). Nessa safra, a incidência do mofo-branco foi estimada em 63,7% em áreas sem palhada no ano anterior, contra 41,8% quando foi estabelecida a palhada de *B. ruziziensis* em 2006/2007.

Houve efeito da cobertura vegetal de braquiária e das doses de *T. harzianum* 1306 aplicadas em 2006/2007 na incidência de mofo-branco na safra de 2007/2008. Segundo Buzzel et al. (1993) e Boland & Hall (1988), a redução da incidência da doença na cultura hospedeira posterior está diretamente relacionada com o declínio no número de escleródios na área de cultivo em questão, apesar da possibilidade de origem externa do inóculo (Hammond et al., 2008).

As doses de 0,5, 1 e 1,5 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum* 1306 aplicadas em parcelas sem braquiária em 2006/2007 propiciaram uma redução linear na incidência de mofo-branco na safra de 2007/2008. Nas parcelas com palhada no ano anterior, observou-se menor incidência da doença em relação à testemunha, sem diferença aparente entre as doses do antagonista. Além disso, independentemente das doses de *T. harzianum* 1306 aplicadas na safra anterior, a incidência do mofo-branco foi sempre superior nos tratamentos sem histórico de palhada de braquiária, o que demonstra a desinfestação



**Tabela 1.** Número de apotécios por metro quadrado e incidência do mofo-branco na cultivar de soja M-Soy 7908, em parcelas com e sem palhada de *Brachiaria ruziziensis* em Jataí, GO, na safra de 2007/2008.

Tratamento	Nº apotécios m <sup>-2</sup>	Incidência (%)
Sem palhada	0,93 <sup>ns</sup>	63,7 <sup>(1)</sup>
Com palhada	0,73	41,8
CV%	57,3	26,0

<sup>ns</sup>Não significativo. <sup>(1)</sup>Médias diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

**Figura 3.** Relação entre a incidência do mofo-branco na cultivar de soja M-Soy 7908 na safra 2007/2008, em tratamentos com histórico em 2006/2007 com ou sem palhada de *Brachiaria ruziziensis*, e doses de *T. harzianum* 1306 com  $2 \times 10^9$  esporos viáveis mL<sup>-1</sup>, em Jataí, GO, em 2007/2008. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

parcial do solo nas áreas com palhada em 2006/2007 (Figura 3).

Na safra de 2006/2007, a menor população final de plantas foi observada nos tratamentos cultivados sobre palhada de *B. ruziziensis*, com população final de plantas 13% menor que a dos tratamentos sem palhada. O menor estande contribuiu para menor rendimento de grãos nessas parcelas em comparação a tratamentos sem cobertura vegetal, ainda que o número de vagens por planta tenha sido maior sobre palhada (Tabela 2).

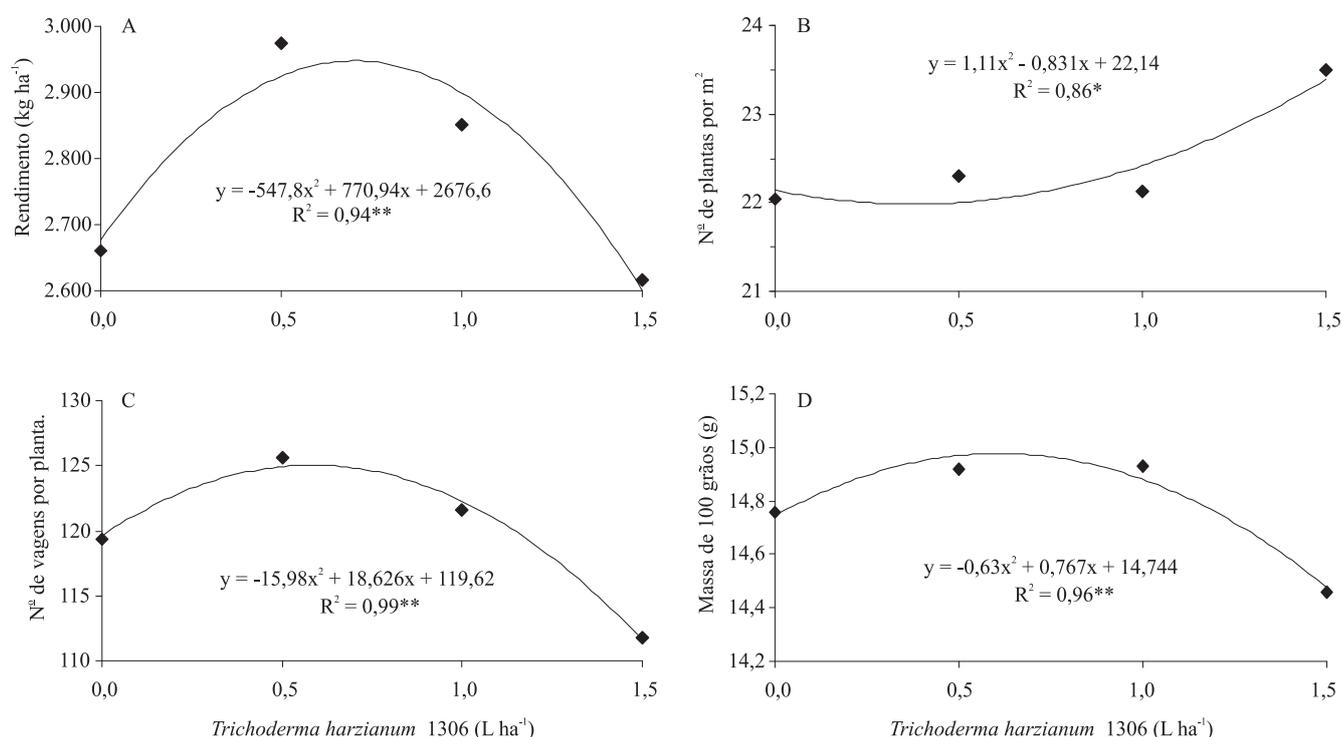
**Tabela 2.** Componentes do rendimento de grãos da cultivar de soja M-Soy 6101 cultivada em tratamentos com ou sem palhada de *Brachiaria ruziziensis*, em Jataí, GO, em 2006/2007.

Tratamento	Plantas por m <sup>2</sup>	Vagens por planta	Massa de 100 grãos (g)	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )
Sem palhada	24,0 <sup>(1)</sup>	113 <sup>(1)</sup>	14,9 <sup>ns</sup>	2860 <sup>(1)</sup>
Com palhada	20,9	128	14,7	2660
CV (%)	34,6	20,7	5,5	11,9

<sup>ns</sup>Não significativo. <sup>(1)</sup>Médias diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Esse comportamento pode estar parcialmente associado à possível imobilização de nutrientes pela comunidade microbiana do solo no primeiro ano de plantio sobre palhada e às eventuais dificuldades da semeadura da soja sobre palhada espessa de braquiária (10,1 Mg ha<sup>-1</sup>). Gracia-Garza et al. (2002), por sua vez, também obtiveram menor população de plantas de soja nas parcelas com plantio direto na presença de palhada em comparação ao plantio convencional. É necessário, nesse caso, ajustar a densidade de sementes no plantio, para conciliar o controle do patógeno com rendimentos maiores da soja e aguardar os ajustes da microbiota do solo ao novo sistema de plantio. A redução da massa seca da cobertura do solo para garantir um melhor estande de plantas não é aconselhável, pois pode não ter o efeito necessário para o controle do mofo-branco (Paula Júnior et al., 2009).

As respostas de rendimento, estande, número de vagens por planta e massa de 100 grãos às doses do antagonista são apresentadas na Figura 4. Apesar do aumento do rendimento da cultivar de soja M-Soy 6101



**Figura 4.** Relação entre: A, rendimento da cultivar de soja M-Soy 7908; B, número de plantas por metro; C, número de vagens por planta; D, massa de 100 grãos e doses de *T. harzianum* 1306 com  $2 \times 10^9$  esporos viáveis mL<sup>-1</sup> em Jataí, GO, em 2007/2008. \* e \*\*Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

proporcionado por *T. harzianum* 1306 a 0,5 e 1 L ha<sup>-1</sup>, observou-se uma inflexão na curva de resposta às doses do antagonista e redução para praticamente o mesmo patamar observado na testemunha do rendimento após a aplicação de 1,5 L ha<sup>-1</sup> do antagonista. Tanto o número de vagens por planta quanto a massa de 100 grãos foram maiores na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum* 1306 que na testemunha sem controle biológico (Figura 4A, C e D). Tais resultados contribuíram para que houvesse incremento de rendimento de 313 kg ha<sup>-1</sup> de soja, observado na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum* 1306. Esse resultado corrobora os encontrados por Lobo Junior (2005), que obteve incrementos no rendimento de 282 a 309 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de feijoeiro-comum tratado com doses de 0,6 e 0,8 L ha<sup>-1</sup> de *T. harzianum* 1306.

À medida que aumentaram as doses de *T. harzianum* 1306, o número de plantas por metro quadrado também foi maior (Figura 4 B). Esse fato pode estar associado ao controle, por *T. harzianum* 1306, de patógenos do solo como *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* spp., que causam a morte de plântulas durante o seu estabelecimento e ocasionam diminuição da população final de plantas (Lobo Júnior, 2005).

Espécies de *Brachiaria* têm sido utilizadas com sucesso no Cerrado brasileiro para a formação de palhada e também em sistemas de integração lavoura-pecuária, o que tem proporcionado aumentos de matéria orgânica e umidade do solo e melhorias na sua estrutura física, entre outros benefícios (Balbino et al., 2002; Marchão et al., 2009). O presente trabalho demonstrou a redução do inóculo inicial de *S. sclerotiorum* com a interação entre cobertura do solo com *B. ruziziensis* e a aplicação de *T. harzianum*, com benefícios para safras subsequentes. Além disso, foi demonstrado que *T. harzianum* pode ser utilizado como componente do controle do mofo-branco em áreas de Cerrado.

O manejo de áreas infestadas com *S. sclerotiorum* por meio de formação de palhada pode ser considerado como premissa básica para a utilização do controle biológico em grandes culturas, já que a eficiência do biocontrole tem relação direta com o ambiente onde antagonistas são aplicados.

### Conclusões

1. A cobertura do solo com palhada de *B. ruziziensis* é eficiente no controle de apotécios de *S. sclerotiorum*.

2. A aplicação de *T. harzianum* 1306 com 2x10<sup>9</sup> esporos viáveis mL<sup>-1</sup> em tratamentos com *B. ruziziensis* aumenta o número de escleródios de *S. sclerotiorum* parasitados por *Trichoderma*.

3. A aplicação de *Trichoderma harzianum* 1306 com 2x10<sup>9</sup> esporos viáveis mL<sup>-1</sup> nas doses de 0,5 e 1 L ha<sup>-1</sup> aumenta o rendimento da soja e o parasitismo de escleródios, com redução da incidência do mofo-branco.

### Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos.

### Referências

- ADAMS, P.B.; AYERS, W.A. Ecology of *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v.69, p.896-899, 1979.
- BALBINO, L.C.; BRUAND, A.; BROSSARD, M.; GRIMALDI, M.; HAJNOS, M.; GUIMARÃES, M.F. Changes in porosity and microaggregation in clayey Ferralsols of the Brazilian Cerrado on clearing for pasture. **European Journal of Soil Science**, v.53, p.219-230, 2002.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Relationships between the spatial pattern and number of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* and stem rot of soybean. **Plant Pathology**, v.37, p.329-336, 1988.
- 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.
- BUZZELL, R.I.; WELACKY, T.W.; ANDERSON, T.R. Soybean cultivar reaction and row width effect on *Sclerotinia* stem rot. **Canadian Journal of Plant Science**, v.73, p.1169-1175, 1993.
- DANIELSON, G.A.; NELSON, B.D.; HELMS, T.C. Effect of *Sclerotinia* stem rot on yield of soybean inoculated at different growth stages. **Plant Disease**, v.88, p.297-300, 2004.
- FERGUSON, L.M.; SHEW, B.B. Wheat straw mulch and its impacts on three soilborne pathogens of peanut in microplots. **Plant Disease**, v.85, p.661-667, 2001.
- FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C.; NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J.A. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v.48, p.77-82, 1999.
- GERLAGH, M.; GOOSSEN-VAN DE GEIJN, H.M.; FOKKEMA, N.J.; VEREIJKEN, P.F.G. Long-term biosanitation by application of *Coniothyrium minitans* on *Sclerotinia sclerotiorum*-infected crops. **Phytopathology**, v.89, p.141-147, 1999.
- GRACIA-GARZA, J.A.; NEUMANN, S.; VYN, T.J.; BOLAND, G.J. Influence of crop rotation and tillage on production of apothecia by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.24, p.137-143, 2002.

- HAMMOND, C.N.; CUMMINGS, T.F.; JOHNSON, D.A. Deposition of ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum* in and near potato fields and the potential to impact efficacy of a biocontrol agent in the Columbia Basin. **American Journal of Potato Research**, v.85, p.353-360, 2008.
- HARIKRISHNAN, R.; DEL RÍO, L.E. Influence of temperature, relative humidity, ascospore concentration, and length of drying of colonized dry bean flowers on white mold development. **Plant Disease**, v.90, p.946-950, 2006.
- LOBO JÚNIOR, M. Controle de podridões radiculares no feijoeiro comum com o fungicida microbiano Trichodermil. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F.J. (Ed.). **Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.13-17. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).
- MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BRUNET, D.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop livestock management systems. **Soil & Tillage Research**, v.103, p.442-450, 2009.
- MENENDEZ, A.B.; GODEAS, A. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* attacking soybean plants. Degradation of the cell walls of this pathogen by *Trichoderma harzianum* (BAFC 742). **Mycopathologia**, v.142, p.153-160, 1998.
- PAULA JÚNIOR, T.J. de; VIEIRA, R.F.; ROCHA, P.R.R.; BERNARDES, A.; COSTA, E.L.; CARNEIRO, J.E.S.; VALE, F.X.R. do; ZAMBOLIM, L. White mold intensity on common bean in response to plant density, irrigation frequency, grass mulching, *Trichoderma* spp., and fungicide. **Summa Phytopathologica**, v.35, p.44-48, 2009.
- SUN, P.; YANG, X.B. Light, temperature, and moisture effects on apothecium production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v.84, p.1287-1293, 2000.
- TECNOLOGIAS de produção de soja: região central do Brasil: 2007. Londrina: Embrapa Soja: 2006. 225p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 11).
- VENETTE, J. Sclerotinia spore formation, transport, and infection. IN: SCLEROTINIA WORKSHOP, 1998, Fargo North Dakota. **Proceedings**. Fargo North Dakota: North Dakota State University, 1998. p.4-7.

---

Recebido em 7 de julho de 2009 e aprovado em 27 de novembro de 2009