

Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro comum

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie altamente suscetível a patógenos que habitam o solo, causadores de podridões radiculares (*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*) e do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Os danos mais severos causados por essas doenças são, em geral, observados em lavouras conduzidas sob temperaturas baixas e em solo úmido, como nos plantios irrigados por pivô central, hoje responsáveis por 30% da produção de feijão tipo “carioca” no país. Mais recentemente, os danos por essas doenças têm se expandido também para áreas de sequeiro, atingindo regiões tradicionais produtoras do feijão comum, ou outras de cultivo mais recente. Estima-se que a soma entre as perdas da produção e o custo adicional com fungicidas e operações de aplicação para controle do mofo branco varie entre R\$800,00 e R\$1.400,00 por hectare, respectivamente, nas cotações de R\$90,00 e R\$180,00 a saca de 60 kg de feijão (RICARDO et al., 2009).

Boa parte do sucesso no controle de patógenos de solo reside na ação preventiva de proteção às plantas, na restauração da comunidade microbiana e na recuperação da estrutura do solo, debilitada pela agricultura intensiva. Recuperar a qualidade do solo é possível, com práticas culturais em sistemas de integração lavoura-pecuária e/ou com o aporte de matéria orgânica no solo, em processos que podem durar dois anos ou mais, e que precisam ser constantemente monitorados (LOBO JUNIOR et al., 2009).

Outra opção é o controle biológico de doenças, que consiste na aplicação massal de microorganismos como *Trichoderma* spp. (Fig. 1), que controlam os fitopatógenos e protegem as plantas. Essa forma de controle foi viabilizada após décadas de pesquisa em vários países com a seleção de antagonistas e o desenvolvimento de formulações estáveis, que carregam uma grande quantidade de esporos viáveis, que possam ser competitivos no seu sítio de atuação – o solo.

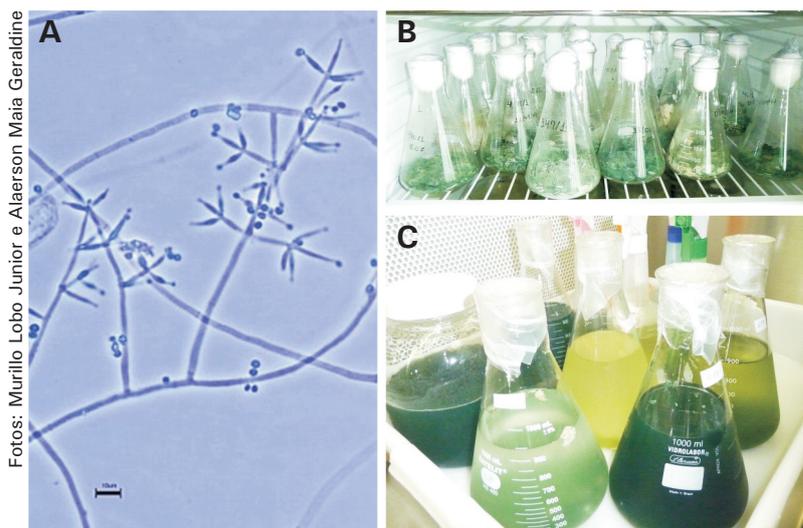


Fig. 1. Características morfológicas de *Trichoderma* spp. (A); produção de esporos em arroz (B); formulação de esporos para aplicação em campo (C).

O controle biológico atua onde outros métodos não conseguem ou são limitados, podendo fornecer resultados em curto período. Um exemplo de sua aplicação é o parasitismo de escleródios de *S. sclerotiorum*, que sobrevivem por vários anos no solo. Essa vantagem tem impulsionado seu uso no Brasil, ainda que de forma relativamente empírica. Em campo, há poucos estudos realizados de forma sistematizada, o que tem dificultado sua aceitação por agricultores e profissionais da assistência técnica. Da mesma forma que os fungicidas sin-

85

Circular
TécnicaSanto Antônio de
Goiás, GO
Dezembro, 2009

Autores

Murillo Lobo Júnior

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão Santo Antônio de Goiás, GO, murillo@cnpaf.embrapa.br

Alaerson Maia Geraldine

Engenheiro agrônomo, Bolsista da Embrapa Arroz e Feijão Santo Antônio de Goiás, GO, alaersonmaia@hotmail.com

Daniel Diego Costa Carvalho

Engenheiro agrônomo, Doutorando da Universidade de Brasília, Bolsista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, danieldiego@unb.br

Fotos: Murillo Lobo Junior e Alaerson Maia Geraldine

téticos, são necessários testes de eficiência agrônômica e de outros ajustes para seu uso adequado. Os resultados são específicos para cada cepa, e não podem ser extrapolados para outras.

Os métodos de aplicação de agentes de controle biológico devem naturalmente ser feitos sob condições ambientais que favoreçam o desenvolvimento e parasitismo dos patógenos. Alguns cuidados a serem observados no uso comercial ou experimental desses bioprodutos podem ser observados no Box 1. Esses fatores são essenciais para o sucesso da prática, pois condições ambientais adversas, cepas de baixa competitividade e uso de esporos em concentração insuficiente são as principais causas de insucesso do controle biológico.

Box 1. Cuidados no uso do controle biológico.

- É essencial aplicar o antagonista na dose e número de esporos (conídios) viáveis recomendados. Para não comprometer a viabilidade dos esporos, a embalagem do produto deve ser mantida sob condições adequadas, de preferência em geladeira. Após a data de vencimento, que deve constar nas embalagens, a viabilidade de esporos diminui para abaixo do necessário para reduzir o inóculo de patógenos no solo.
- Solo úmido sem a incidência de raios solares e temperaturas entre 20 °C e 25 °C são, geralmente, as condições ideais para o desenvolvimento do antagonista. A eficiência de *Trichoderma* spp. é limitada sob temperaturas mais baixas, e nenhuma em solo seco.
- Garantias sobre a qualidade e viabilidade de esporos e a compatibilidade com insumos químicos são responsabilidades do fornecedor. Se necessário, testes de quantidade e viabilidade de esporos podem ser feitos em laboratórios de empresas de pesquisa e universidades, com relativa facilidade.
- Alguns entusiastas pregam a eficiência ou vendem produtos para o controle biológico como solução definitiva para os patógenos de solo, o que definitivamente não ocorre. Dúvidas sobre a eficiência de formulações podem ser esclarecidas com testes no local, comparando o antagonista com uma testemunha (área sem aplicação do produto) para checar as reais diferenças de controle de doenças e rendimento das culturas.
- A dosagem mais eficiente para controle de um patógeno não é necessariamente a mais alta. Acima da dosagem ideal, a eficiência do controle biológico e a produtividade caem. Além disso, os custos de produção aumentam, já que o produtor está fazendo uso de mais um insumo.

Devido a essa reação diferencial a fatores bióticos e abióticos, um passo fundamental no biocontrole é a realização de estudos sistematizados em campo, em que se estabelecem as formas adequadas para seu uso. A seguir, são apresentados alguns resultados de benefícios do controle biológico obtidos a partir de 2004.

Integração dos tratamentos biológico e químico de sementes

É possível obter a interação entre tratamento químico e biológico de sementes, para estender o período de proteção das sementes às podridões radiculares. Após o fim do efeito residual do fungicida sintético aplicado às semen-

tes, *T. harzianum* pode prolongar a proteção de raízes, gerando plantas com maior volume radicular, o que reflete na produção da cultura. Em Luziânia (GO), sob condições de sequeiro na safra 2005/2006, a produtividade do feijoeiro obtida com tratamento de sementes com 1,0 kg de *T. harzianum* '1306' em formulação pó molhável (10^8 conídios viáveis g^{-1}) + 100 mL de fludioxonil 100 kg^{-1} de sementes resultou em cerca de 400 kg a mais do que somente com o tratamento químico (Fig. 2), devido ao melhor controle de *F. solani* e *R. solani* em raízes.

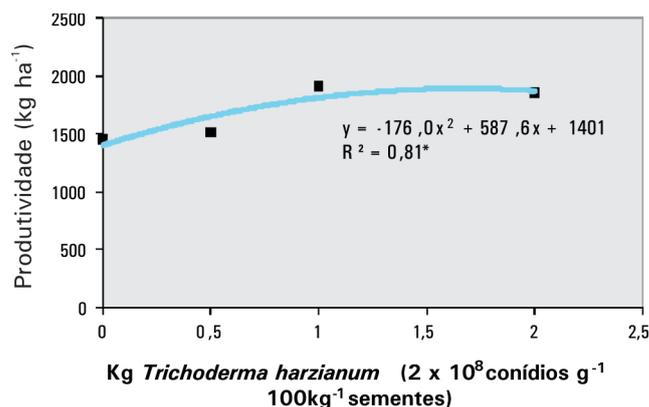


Fig.2. Produtividade do feijoeiro comum cv. Pérola de acordo com a dosagem de *Trichoderma harzianum* '1306' em formulação pó molhável com 10^8 conídios viáveis g^{-1} junto ao fungicida fludioxonil (100 mL 100 $kg\ sementes^{-1}$). Luziânia, GO, 2005-2006. *Significativo a 5%.

Redução do inóculo inicial de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani*

O antagonista pode ser aplicado diretamente ao solo para a redução do inóculo inicial dos patógenos. O momento e a forma de aplicação variam de acordo com o patógeno a ser controlado. Para podridões radiculares, agentes de controle biológico podem ser aplicados em jato dirigido ao sulco de plantio, na semeadura. Testes realizados em Cristalina (GO) demonstraram que doses entre 800 mL e 1200 mL ha^{-1} da suspensão oleosa de *T. harzianum* '1306' com 2×10^9 conídios viáveis mL^{-1} foram as melhores doses para redução do inóculo de *F. solani* e *R. solani* junto às raízes do feijoeiro comum. Em solo na linha de plantio, houve redução de até 67% do inóculo de *F. solani*, enquanto que para *R. solani* o decréscimo foi de até 85%, aos 30 dias após o plantio (DAP) (LOBO JUNIOR, 2005).

No mesmo estudo, também foi observado que a cepa '1306' foi capaz de se multiplicar no solo da rizosfera pelo menos até os 30 DAP, contribuindo também para complementar o tratamento químico feito nas sementes. Em termos de produtividade, a aplicação de *T. harzianum* proporcionou um aumento de até 300 $kg\ ha^{-1}$, em comparação à testemunha (Fig. 3).

Doses excessivas de *T. harzianum* não forneceram aumento da produção, nenhuma redução do inóculo ou controle de doenças, em comparação com as testemunhas, nesses e em outros experimentos realizados. É

provável que em doses muito altas ocorra algum tipo de autoinibição ou competição afetando o desenvolvimento do antagonista.

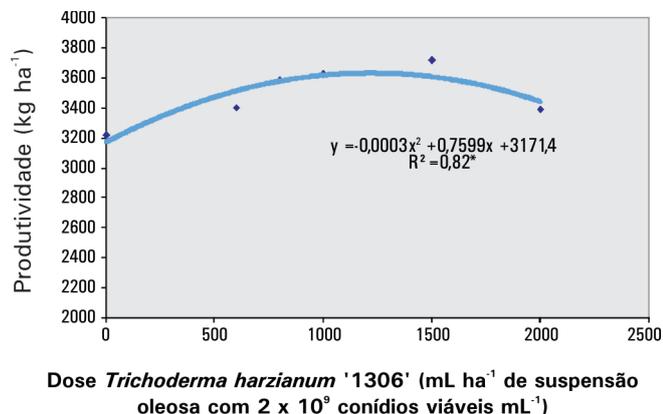


Fig. 3. Resposta da produtividade do feijoeiro comum cv. Pérola em cultivo irrigado por pivô central, em relação à aplicação de diferentes dosagens de suspensão oleosa com $2,2 \times 10^9$ conídios viáveis mL⁻¹ de *Trichoderma harzianum* '1306'. Cristalina, GO, 2006.

Redução do inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum*

A aplicação de *Trichoderma spp.* deve ser feita via barra de pulverização ou água de irrigação, para cobrir 100% da área infestada com o patógeno. Não se deve esperar que o jato dirigido ou mesmo o tratamento de sementes sejam eficientes para controlar *S. sclerotiorum*, pois a área de contato do antagonista com o solo é muito pequena, e não ocorre a proliferação do antagonista formando um manto sobre o solo. Um elemento-chave para um melhor parasitismo dos escleródios é a aplicação do produto biológico sob condições ambientais ideais para o desenvolvimento rápido do antagonista. Outro ponto fundamental é a eficiência do isolado e a quantidade de esporos viáveis da formulação (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitismo de isolados de *Trichoderma spp.* aplicados em ambiente controlado com diferentes concentrações, sobre apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*. Santo Antônio de Goiás, 2009.

Isolados	Porcentagem de apotécios parasitados por <i>Trichoderma spp.</i>					
	2×10^8		2×10^7		2×10^6	
451/1	96**	a B	93	a A	80	a A
34/10	90	b B	80	a A	46	a A
4/10	83	a A	90	b A	53	a A
303/2	83	b A	56	a A	70	a A
08/05	76	c B	36	b B	36	a A
12/9	73	c B	40	b AB	23	a A
455/1	63	c A	46	b A	30	a A
Testemunha	20	c	20	c	20	b

* Conídios viáveis mL⁻¹

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, respectivamente pelos testes de Scott-Knott e de Tukey a 5% de probabilidade.

Em teste para avaliar em campo a eficiência de isolados de *Trichoderma spp.*, selecionados pela Embrapa Arroz e Feijão para o controle do mofo branco em feijão comum, foram avaliados os isolados 468/2, 451/1, 34T/1, 4/10, 303/2, 08/04, 12/9, 11/9 e ALL-42. O ensaio foi conduzido em Goianira (GO), de julho a setembro de 2009, em área infestada com escleródios obtidos em resíduos de pré-limpeza de grãos de soja.

Suspensões com 2×10^9 conídios viáveis mL⁻¹ de cada isolado e uma cepa de uso comercial (*T. harzianum* '1306') foram aplicadas durante o pré-florescimento (estádio R5) do feijoeiro 'Pérola', antes da formação de apotécios. Durante a floração plena (R6), foi realizada a contagem de apotécios m⁻². No estágio R7, foi avaliada a severidade da doença nas duas linhas centrais de cada parcela por meio de uma escala de notas de 1 a 7 adaptada de Napoleão et al. (2006). Nessa escala, considerou-se como: nota 1 = plantas saudáveis; 2 = 1% a 5% das plantas atacadas; 3 = 6% a 20% das plantas atacadas; 4 = 21% a 50% das plantas atacadas; 5 = 51% a 70% das plantas atacadas; 6 = mais de 70% das plantas atacadas e 7 = todas as plantas atacadas.

Os isolados ALL-42 e 303/2 não se diferenciaram da testemunha, que apresentou 19 apotécios m⁻². Os demais apresentaram média de 3,0 a 10,5 apotécios m⁻², tão eficientes quanto à cepa '1306' (Tabela 2). A severidade de doença em todos os tratamentos foi menor em comparação à testemunha. Foi possível classificar os isolados em dois grupos distintos, com menor severidade do mofo branco para 1306, 451/2, 468/2, 08/04 e 34T/1. A severidade da doença foi proporcional ao número de apotécios. No tratamento com o isolado 34T/1, foram encontrados apenas 3 apotécios m⁻², e menos de 5% de plantas doentes.

Tabela 2. Densidade de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum* m⁻², severidade do mofo branco e produtividade do feijoeiro comum cv. Pérola, após aplicação de diferentes cepas de *Trichoderma spp.* Goianira, GO, 2009.

Tratamento	Apotécios m ²	Severidade	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	19,0 a**	4 a**	1901,6 b*
AL/42	18,5 a	2,75 b	2371,5 b
303/2	15,0 a	2,75 b	1929,2 b
12/9	10,5 b	2,75 b	1956,2 b
1306	9,5 b	2,25 c	1928,5 b
451/2	9,5 b	2,25 c	2456,3 b
4/10	7,0 b	2,75 b	2037,0 b
08/04	6,5 b	1,75 c	2288,0 a
468/2	4,5 b	2,125 c	2662,3 a
11/9	4,5 b	2,875 b	2310,8 a
34t/1	3,0 b	1,5 c	2346,5 a
CV	49,8	25,47071	15,4

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, respectivamente pelos testes de Scott-Knott a 1% (***) e 5% (*) de probabilidade.

A redução de inóculo de *S. sclerotiorum* nos níveis já obtidos não dispensa o produtor de outras formas de controle, como o uso de palhada ou fungicidas, pois os escleródios restantes no solo também são capazes de promover epidemias do mofo branco. Porém, a vantagem dessa redução de inóculo é facilitar a atuação de outras práticas como o uso de palhada (LOBO JUNIOR et al., 2009) e o controle químico, visto que os fungicidas não têm desempenho adequado em solos altamente infestados.

Parte da eficiência de isolados de *Trichoderma spp.* no controle biológico depende também da sua capacidade de adaptação ao agroecossistema, do qual não são originários. Além disso, é necessário que o antagonista seja

compatível com os diversos insumos aplicados no solo, com herbicidas e inseticidas em suas dosagens recomendadas. Nesse caso, os isolados de *Trichoderma* spp. avaliados na Embrapa Arroz e Feijão têm sido compatíveis com inseticidas do grupo dos neonicotinóides, como Imidacloprid e Thiametoxan. Não se recomenda misturas de tanque de insumos sintéticos com *Trichoderma* spp. Quanto aos fungicidas para tratamento de sementes, há restrições quanto ao ingrediente ativo carbendazim, que tem matado os isolados já testados (Fig. 4).



Fig. 4. Avaliação da compatibilidade de *Trichoderma asperellum* com fungicidas sintéticos aplicados sobre sementes de feijoeiro comum.

As formulações de *Trichoderma* atualmente disponíveis precisam ser reaplicadas a cada safra, pois os antagonistas aplicados não sobrevivem indefinidamente no solo em populações competitivas. Além de não resistir a períodos de seca, o pousio ou a ausência de hospedeiras também é prejudicial aos biocontroladores, que se beneficiam de exudatos de raízes para o seu desenvolvimento.

Os resultados acima indicam um futuro promissor para o controle biológico de patógenos habitantes do solo, como integrante do manejo integrado de doenças do feijoeiro comum. Outras informações úteis para seu uso em campo estão no Box 2. Há ainda várias perguntas sem resposta, como a eficiência de cepas selecionadas em sistemas de produção com diferentes níveis tecnológicos, a sobrevivência em longo prazo de antagonistas e as consequências da aplicação frequente do controle biológico. Espera-se então que novas respostas sejam obtidas em breve, para que ocorra uma melhor compreensão e aperfeiçoamento do controle de patógenos de solo e maior rendimento nas lavouras.

Box 2. Recomendações para uso em campo.

- A forma de aplicação mais adequada varia conforme o patógeno a ser controlado e sua relação custo/benefício. Por isso, o controle de podridões radiculares pode ser feito com o tratamento de sementes ou com a aplicação em jato direcionado ao sulco de plantio.
- Para o mofo branco, recomenda-se a aplicação quando a cultura estiver com três a quatro trifólios. Além do sombreamento do solo fornecido pela cultura, o antagonista se beneficia também da maior atividade microbiana no solo, consequência da liberação de exudatos pelas raízes.
- É importante que o agente de controle biológico chegue rapidamente ao seu local de ação, o solo. Para isso, *Trichoderma* spp. deve ser aplicado logo antes da ocorrência de chuvas ou de irrigação, quando disponível.
- Uma formulação que contenha mais cepas de um antagonista não é necessariamente mais eficiente do que outra que contenha menos.
- Não se impressione por fotos de parasitismo obtidas em placas com meio nutritivo. Acredite no controle biológico que produz e apresenta resultados, e colha bons frutos com essa prática.

Referências

LOBO JUNIOR, 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).

LOBO JUNIOR, M.; BRANDÃO, R. S.; CORRÊA, C. A.; GÖRGEN, C. A.; CIVARDI, E. A.; OLIVEIRA, P. de. **Uso de braquiárias para o manejo de doenças causadas por patógenos habitantes do solo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 183).

NAPOLEÃO, R.; CAFÉ FILHO, A. C.; LOPES, C. A.; NASSER, L. C. B. Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco e a sanidade de sementes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 1, p. 63-66, jan./mar. 2006.

RICARDO, T. R.; WANDER, A. E.; LOBO JUNIOR, M.; PICANÇO FILHO, A. F. Custos associados ao mofo branco (*Sclerotinia esclerotiorum*) em feijoeiro comum de 3a. safra em Goiás. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Desenvolvimento rural e sistemas agroalimentares: os agronegócios no contexto de integração das nações: anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009. 1 CD-ROM.

Circular Técnica, 85



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2123
Fax: (62) 3533 2100
E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2009): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Luís Fernando Stone
Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva

Expediente

Supervisor editorial: Camilla Souza de Oliveira
Revisão de texto: Camilla Souza de Oliveira
Normalização bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria
Tratamento das Ilustrações: Fabiano Severino
Editoração eletrônica: Fabiano Severino