

## INTERAÇÕES ENTRE *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* E *Rhizoctonia solani* NA SEVERIDADE DA PODRIDÃO RADICULAR DO FEIJOEIRO<sup>1</sup>

Eliane Divina de Tolêdo-Souza<sup>2</sup>, Murillo Lobo Júnior<sup>3</sup>,  
Pedro Marques da Silveira<sup>3</sup>, Adalberto Corrêa Café Filho<sup>4</sup>

### ABSTRACT

INTERACTIONS BETWEEN *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* AND *Rhizoctonia solani* ON THE SEVERITY OF DRY BEAN ROOT ROT

The present work aimed to evaluate the effect of inoculum densities of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (*Fsp*) and *Rhizoctonia solani* (*Rs*) and their interactions on the severity of root rot and on the dry mass of bean plants. Soil was infested by the addition of *Rs* or *Fsp*-colonized sorghum seeds, in the amounts of 0.00 g; 0.06 g; 0.12 g; 0.25 g; 0.50 g; and 1.00 g for *Rs*, and 0 g; 1g; 2 g; 4 g; 8 g; and 16 g for *Fsp* per pot (1.4 kg of soil). The densities used for the joint soil infestations with both pathogens were the same used in the separate pathogen infestations. A progressive rise in the severity of root rots was observed with the increase of inoculum density for both pathogens. Maximum disease severities for *Rs* were 67% and 22%, in separate or combined infections with *Fsp*, respectively. Maximum disease severities with *Fusarium* were 14% and 38%, in separate or combined infections with *Rs*, respectively. The results suggest that *Rhizoctonia solani* stimulated the expression of symptoms of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, while *Fsp* inhibited the expression of symptoms caused by *Rs*. Negative correlations between the inoculum density and bean dry weight were generally observed, except for the single infestation with *Fsp*.

KEY-WORDS: Soilborne fungus; bean diseases; soil infestation.

### RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito da densidade de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (*Fsp*) e de *Rhizoctonia solani* (*Rs*) e de suas interações na severidade de podridão radicular e na massa da matéria seca do feijoeiro. Sementes de sorgo, colonizadas com *Rs*, foram infestadas nas quantidades de 0,00 g; 0,06 g; 0,12 g; 0,25 g; 0,50 g; e 1,00 g e com *Fsp* nas quantidades de 0 g; 1g; 2 g; 4 g; 8 g; e 16 g por vaso (1,4 kg de solo). As densidades utilizadas nas infestações conjuntas foram as mesmas das infestações separadas. Observou-se um aumento progressivo na severidade da podridão radicular, com o aumento da densidade de inóculo, para ambos os patógenos. As severidades máximas alcançadas para *Rs* foram 67% e 22%, em infestação separada e combinada com *Fsp*, respectivamente. As severidades de podridão radicular máximas alcançadas com *Fusarium* foram 14% e 38%, em infestação separada e combinada com *Rs*, respectivamente. Isto sugere que *Rhizoctonia solani* estimula a expressão dos sintomas de *Fsp* e que *Fsp* inibe os sintomas de *Rs*. Foram observadas correlações negativas entre a densidade de inóculo de *Rs*, em inoculações isoladas ou combinadas com *Fsp*, e a massa da matéria seca da parte aérea.

PALAVRAS-CHAVE: Fungo de solo; doenças do feijão; infestação do solo.

### INTRODUÇÃO

As doenças causadas por fungos de solo constituem um complexo etiológico, sendo responsáveis pelas maiores perdas de produtividade nas áreas irrigadas do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Cardoso 1991). As podridões radiculares mais comumente encontradas nessas regiões são incitadas por *Rhizoctonia solani* Kuhn (teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) e por

*Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *phaseoli* (Burkholder) (teleomorfo *Nectria hematococca* Berk. & Br.). De acordo com Cardoso & Costa (1988), estes fitopatógenos ocorrem tanto isoladamente, como em associação sinérgica. *R. solani* é um fungo necrotrófico, habitante do solo, que ataca grande número de espécies vegetais.

Em feijoeiro, *R. solani* pode induzir diferentes sintomas, incluindo tombamento pré ou pós-emergente, podridão de raízes e colo e podridão de

1. Trabalho recebido em ago./2007 e aceito para publicação em fev./2009 (nº registro: PAT 3507).

2. Universidade Federal de Goiás, Rod. Goiânia/Nova Veneza, Km 0, Cx. Postal 131, Campus Samambaia, CEP 74.001-970, Goiânia, GO. E-mail: [eliane.d.toledo@gmail.com](mailto:eliane.d.toledo@gmail.com).

3. Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural, Cx. Postal 179, CEP 75.375-000, Santo Antônio de Goiás, Goiás. E-mail: [murillo@cnpaf.embrapa.br](mailto:murillo@cnpaf.embrapa.br), [pmarques@cnpaf.embrapa.br](mailto:pmarques@cnpaf.embrapa.br).

4. Universidade de Brasília, Cx. Postal 4457, CEP 70.910-900, Brasília, DF. E-mail: [cafefilh@unb.br](mailto:cafefilh@unb.br).

vagens. *F. solani* f. sp. *phaseoli* ocorre em praticamente todas as regiões produtoras de feijão no Brasil. Segundo Phillips (1989), a capacidade de um isolado de *R. solani* causar tombamento pré-emergente não está necessariamente relacionada à capacidade em causar podridão radicular. Colonização saprofítica da semente e tombamento pré-emergente originam-se de propágulos na espermosfera, enquanto, dependendo do isolado, a podridão do hipocótilo e raiz ocorrem devido a propágulos na rizosfera ou rizoplano. Os principais efeitos das podridões radiculares do feijoeiro, causadas por *R. solani* e *F. solani phaseoli*, incluem a redução do estande e do vigor das plântulas e consequente perda na produtividade da cultura (Cardoso 1994).

Segundo Reis et al. (2004), as podridões radiculares, em geral, são consideradas doenças de controle mais difícil e, considerando-se os danos que causam, têm recebido pouca atenção por parte de pesquisadores. Métodos drásticos de controle, como a esterilização do solo, têm o uso limitado a pequenas áreas. Porém, em áreas extensivas, a melhor medida de controle ecologicamente sustentável é a rotação de culturas. No entanto, para fungos com habilidade de competição saprofítica, ou que formam estruturas de resistência, mesmo a rotação de culturas não é economicamente viável.

Segundo Reis & Casa (1996), a podridão radicular causada por *F. solani* tem sido motivo de grande preocupação no plantio direto. Recentemente, Toledo-Souza et al. (2008) mostraram que o plantio de leguminosas previamente ao feijoeiro favorece o aumento da população de *Rhizoctonia* spp. e de *Fusarium* spp., tanto no plantio direto, quanto no convencional. Esses autores também demonstraram, de modo geral, uma maior sobrevivência de ambos os patógenos em solos sob plantio direto, tanto com resíduos de gramíneas, quanto de leguminosas.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da densidade de inóculo de *R. solani* e de *F. solani* f. sp. *phaseoli* na intensidade de podridão radicular do feijoeiro, bem como a interação entre esses fitopatógenos, na expressão da doença e na formação de massa seca da parte aérea.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo

Antônio de Goiás. Para a obtenção dos inóculos, colônias de *Rhizoctonia solani* (isolado *Rs* 47) e de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (isolado *Fsp* 15), da coleção da Embrapa Arroz e Feijão, foram cultivadas separadamente, em meio batata-dextrose-agar + tetraciclina, por sete dias, a  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ . Grãos de sorgo e água destilada, na relação 2:1 (peso:volume), foram colocados em bandejas de alumínio, cobertas com papel alumínio, e autoclavados por trinta minutos, por duas vezes.

Em câmara de fluxo laminar, quarenta discos de micélio, de 5 mm de diâmetro, foram transferidos para as bandejas contendo o sorgo esterilizado e, a seguir, foram incubados a  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante, aproximadamente, doze dias, até a completa colonização do substrato. A massa de sorgo colonizada foi desagregada manualmente e os grãos distribuídos em bandejas de alumínio e secos ao ar livre. Depois de seco, o inóculo foi triturado em liquidificador e passado por uma peneira de 0,84 mm de abertura (20 mesh).

Através de experimentos preliminares, foram determinadas as densidades de inóculo melhor apropriadas para o estudo. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 6. Os tratamentos consistiram de seis níveis de infestação de *R. solani*, seis de *F. solani phaseoli* e da combinação destes dois patógenos, totalizando dezoito tratamentos. Para *R. solani* (*Rs*), utilizaram-se as doses: 0,00 g; 0,06 g; 0,12 g; 0,25 g; 0,50 g; e 1,00 g por 1,4 kg de solo. Para *F. solani phaseoli* (*Fsp*), utilizaram-se as doses 0 g; 1 g; 2 g; 4 g; 8 g; e 16 g por 1,4 kg de solo. As densidades utilizadas para as infestações conjuntas foram as mesmas utilizadas nas infestações separadas: 0 g de *Rs* + 0 g de *Fsp*; 0,06 g de *Rs* + 1 g de *Fsp*; 0,12 g de *Rs* + 2 g de *Fsp*; 0,25 g de *Rs* + 4 g de *Fsp*; 0,5 g de *Rs* + 8 g de *Fsp*; e 1 g de *Rs* + 16 g de *Fsp* por 1,4 kg de solo.

Os vasos contendo 1,4 kg de solo foram cobertos com papel alumínio e previamente esterilizados em autoclave, à temperatura de  $120^\circ\text{C}$ , por 2 horas. Após 24 horas, o solo contido em cada vaso foi colocado em um saco plástico, para se proceder à homogeneização do inóculo, obedecendo sempre à sequência da menor para a maior densidade. Após a infestação, foi realizada adubação com dois gramas de NPK 4-30-16 + Zn por vaso e, então, foram semeadas cinco sementes da cultivar Rosinha (padrão de suscetibilidade à podridão radicular). Quinze

dias após a semeadura, as plantas foram arrancadas dos vasos com suas raízes, lavadas e avaliadas para severidade de podridão radicular de *Rhizoctonia* e para severidade de podridão radicular de *Fusarium*, nas infestações separadas e conjuntas, utilizando-se a escala de notas do CIAT (Shoohoven & Pastor-Corrales 1987), como se segue: 1= sem sintomas visíveis; 3, 5 e 7= aproximadamente 10%, 25% e 50% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões, respectivamente; e 9= aproximadamente 75% dos tecidos do hipocótilo e da raiz estão afetados por estados avançados de podridão. Posteriormente, as plântulas (parte aérea e raízes), separadas por vaso, foram deixadas por 72 horas em estufa, a 40°C, para se obter a massa da matéria seca. Os valores das severidades de podridões radiculares e de massa da matéria seca foram, então, submetidos a análise de regressão, a fim de verificar o efeito separado e conjunto dos patógenos sobre estas variáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram aumento progressivo na severidade de podridão radicular de *Rhizoctonia*, com o aumento da densidade do inóculo de *R. solani*, tanto quando infestado isolado, como quando combinado com *F. solani phaseoli*, sendo ambas as relações bem representadas por equações logarítmicas. Em infestações isoladas, *R. solani* apresentou nota média máxima de 8,3 (aproximadamente 67% de tecido doente), com densidade de inóculo de 1,0 g por vaso. Em infestações conjuntas com *F. solani phaseoli*, *R. solani* apresentou nota média máxima de 4,5 (aproximadamente 22% de tecido doente, Figura 1). Foram verificadas correlações positivas entre a densidade de inóculo de *R. solani* e a severidade de podridão radicular de *Rhizoctonia*, tanto em infestação isolada ( $r = 0,67$ ;  $P < 0,05$ ), quanto em infestações conjuntas com *F. solani phaseoli* ( $r = 0,54$ ;  $P < 0,05$ ). Esses resultados corroboram Chung et al. (1988), que observaram correlação positiva entre a densidade de inóculo no solo e a severidade de podridão radicular de *R. solani*.

Os resultados mostraram, também, aumento progressivo da severidade de podridão radicular de *Fusarium*, com o aumento da densidade do inóculo de *F. solani phaseoli*, tanto em infestações isoladas, como em infestações conjuntas com *R. solani*. Maiores severidades foram alcançadas com

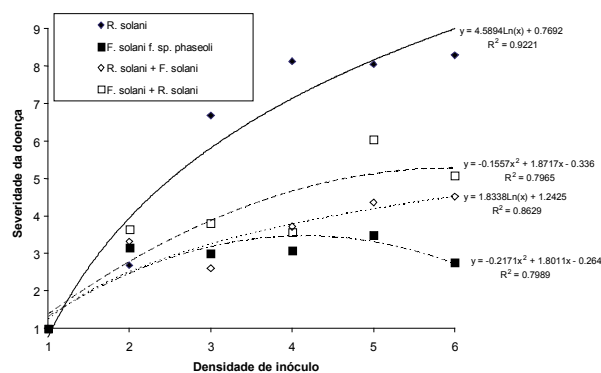


Figura 1. Severidade de podridão radicular do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), sob diferentes densidades de inóculo de *Rhizoctonia solani* (*Rs*) e de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (*Fsp*), em infestações isoladas ou conjuntas (densidades: 1= 0 g de *Rs* + 0 g de *Fsp*; 2= 0,06 g de *Rs* + 1 g de *Fsp*; 3= 0,12 g de *Rs* + 2 g de *Fsp*; 4= 0,25 g de *Rs* + 4 g de *Fsp*; 5= 0,5 g de *Rs* + 8 g de *Fsp*; e 6= 1 g de *Rs* + 16 g de *Fsp* por 1,4 kg de solo).

8 g *Fsp* e 8 g *Fsp* + 0,5 g *Rs*, respectivamente, o que indica ligeira redução na severidade da doença, com níveis de inóculo mais altos que 8 g por 1,4 kg de solo. As correlações entre densidade de inóculo e severidade foram melhor representadas por equações polinomiais quadráticas. Em infestações isoladas com *F. solani phaseoli*, a nota máxima foi 3,5 (aproximadamente 14% de tecido doente). Em infestações conjuntas com *R. solani*, a nota média máxima foi 6,0 (aproximadamente 38% de tecido doente, Figura 1).

A correlação entre a densidade de inóculo de *F. solani phaseoli*, em infestações isoladas, e a severidade de podridão radicular de *Fusarium* não foi significativa ( $r = 0,27$ ;  $P > 0,05$ ). Porém, em infestações conjuntas com *R. solani*, a correlação foi positiva ( $r = 0,59$ ;  $P < 0,05$ ).

Os resultados deste trabalho sugerem uma ação antagônica de *F. solani phaseoli* sobre *R. solani*, sendo que este, por sua vez, atuou como organismo sinergista para o primeiro. Aparentemente, *F. solani phaseoli* é beneficiado pela presença da lesão inicial provocada por *R. solani*, para penetrar as raízes do hospedeiro, agindo, posteriormente, como inibidor dos sintomas de *R. solani*. Este fungo possui forma mais agressiva de colonização de plantas, formando tufos de micélio, conhecidos como colchões de infecção, que funcionam como produtores de enzimas e toxinas utilizadas na maceração e posterior penetração dos

tecidos. No caso de *Fusarium*, a penetração é mais dependente de ferimentos provocados por outros organismos (Dongo & Muller 1969). Isso explica porque a severidade por *F. solani phaseoli* aumenta com a presença de *R. solani*. Este é o primeiro trabalho onde as podridões radiculares causadas por *F. solani phaseoli* e *R. solani*, em infestações conjuntas, são avaliadas separadamente.

Pieczarka & Abawi (1978), utilizando solo esterilizado, não observaram interações entre *R. solani* e *F. solani phaseoli*. Relataram que a severidade de podridão radicular causada por *Pythium ultimum* foi maior quando se utilizou a infestação isolada, do que quando se fez a infestação combinada de *P. ultimum* e *R. solani*, o que sugeriu relações antagonicas entre *R. solani* e *P. ultimum*. Os autores comprovaram, ainda, que o dano provocado por *P. ultimum* predispôs o feijoeiro à infecção por *F. solani phaseoli*, resultando em maior dano do que o produzido pelo patógeno isoladamente, sugerindo interações sinérgicas entre *P. ultimum* e *F. solani phaseoli*. Burke (1965) demonstrou que *F. solani phaseoli* não ataca facilmente raízes sadias de feijão e que as infecções são mais severas quando as raízes estão danificadas, ou seu crescimento reduzido por outras causas. Pedrosa & Teliz (1992) avaliaram a patogenicidade relativa de *R. solani*, *F. solani phaseoli*, *Pythium* spp. e *Macrophomina phaseolina*, em solos esterilizados com Brometo de Metila. Os autores relataram que isolados de *R. solani* e *F. solani phaseoli* causaram 25% e 8% de morte pré-emergente, respectivamente, quando infestados separadamente. Mas quando infestados conjuntamente, *R. solani* e *F. solani phaseoli* apresentaram efeito sinérgico, causando 67% de morte pré-emergente no feijoeiro. Esses autores observaram, ainda, que, isolados, *R. solani* e *F. solani phaseoli* causaram 83% e 0% de morte pós-emergente. Porém, quando infestados conjuntamente, esses patógenos causaram 50% de morte, sugerindo antagonismo contra *R. solani*, como agente do tombamento pós-emergente do feijoeiro. Relatam, também, que *R. solani* e *Pythium* spp., quando associados, tiveram efeito aditivo.

No presente trabalho, observou-se progressiva redução da massa da matéria seca das plântulas de feijoeiro, com relação à testemunha, tanto nas infestações isoladas com ambos os patógenos, quanto na infestação combinada. As médias da massa da matéria seca foram de 2,2 g; 0,8 g; 0,8 g; e 1,3 g por

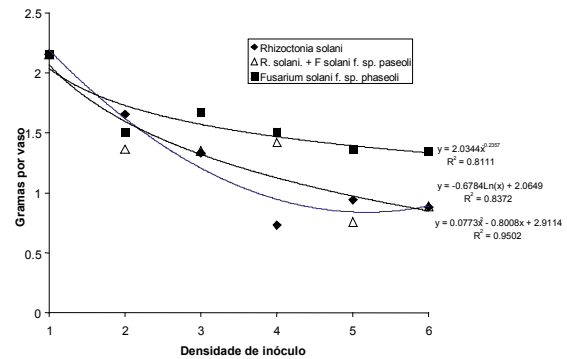


Figura 2. Massa da matéria seca da parte aérea do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), sob diferentes densidades de inóculo de *Rhizoctonia solani* (*Rs*) e de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (*Fsp*), em infestações isoladas ou conjuntas (densidade 1= 0g de *Rs* + 0g de *Fsp*; 2= 0,06g de *Rs* + 1g de *Fsp*; 3= 0,12g de *Rs* + 2g de *Fsp*; 4= 0,25g de *Rs* + 4g de *Fsp*; 5= 0,5g de *Rs* + 8g de *Fsp*; e 6= 1g de *Rs* + 16g de *Fsp* por 1,4kg de solo).

vaso, respectivamente, na testemunha não inoculada (dados não representados), na maior concentração de *R. solani* isolada, na maior concentração de *R. solani* associada a *F. solani phaseoli* e na maior concentração de *F. solani phaseoli* isolada (Figura 2). Este resultado comprova que as podridões radiculares provocam redução no crescimento das plantas.

As correlações negativas entre a densidade de inóculo no solo e a massa da matéria seca das plântulas do feijoeiro, para infestação isolada com *R. solani*, com *F. solani phaseoli* e com infestação combinada de *R. solani* e *F. solani phaseoli*, foram, respectivamente, de -0,60 ( $P < 0,05$ ); -0,49 ( $P > 0,05$ ); e -0,69 ( $P < 0,05$ ). Mais uma vez, os resultados reforçam o efeito sinérgico de *R. solani*, em relação a *F. solani phaseoli*, haja vista que o dano ao desenvolvimento da parte aérea causado por *F. solani phaseoli* é aumentado, comparando-se a infestação isolada com a infestação conjunta.

## CONCLUSÕES

1. *Rhizoctonia solani* estimula os sintomas de podridão radicular de *Fusarium* e *F. solani* f. sp. *phaseoli* inibe os sintomas de podridão radicular de *Rhizoctonia*, em infestações conjuntas.
2. Quanto maior a densidade de *R. solani* no solo, isolado ou em conjunto com *F. solani* f. sp. *phaseoli*, menor a massa da matéria seca da parte aérea do feijoeiro.



## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, por concessão de bolsas de estudo à primeira autora, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao último autor.

## REFERÊNCIAS

- BURKE, D. W. The near immobility of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in natural soil. *Phytopathology*, St. Paul, v. 55, n. 11, p. 1188-1190, 1965.
- CARDOSO, J. E. Controle de patógenos de solo na cultura do feijão. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4., 1991, Campinas. *Anais...* Campinas: IAC, 1992. p. 45-50.
- CARDOSO, J. E.; COSTA, J. L. da S. Interações entre fungos de solo patógenos do caupi. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 143, jul. 1988.
- CHUNG, Y. R.; HOITING, H. A. H.; LIPPS, P. E. Interactions between organic matter decomposition level and soilborne disease severity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 24, n. 1-3, p. 183-193, nov. 1988.
- DONGO, S. L.; MULLER, L. E. Estudio sobre la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en frijol: II. Pruebas varietales. *Turrialba*, San José, v. 19, n. 1, p. 82-90, 1969.
- PEDROSA, A.; TELIZ, D. Patogenicidad relativa de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp. y *Macrophomina phaseolina* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Fitopatología*, Ciudad Obregón, v. 10, n. 2, p. 134-138, 1992.
- PHILLIPS, A. J. L. Relationship of *Rhizoctonia solani* inoculum density to incidence of hypocotyls rot and damping-off in dry beans. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 35, n. 12, p. 1132-1140, dez. 1989.
- PIECZARKA, D. J.; ABAWI, G. S. Effect of interaction *Fusarium*, *Pythium* and *Rhizoctonia* on severity of bean root rot. *Phytopathology*, St. Paul, v. 68, n. 3, p. 403-408, 1978.
- REIS, E. M. et al. Manejo das podridões radiculares. In: REIS, E. M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. *Manual de identificação e controle de doenças de milho*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996.
- SHOONHOVEN, A. Van; PASTOR-CORRALES, M. A. *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. Cali: CIAT, 1987.
- TOLEDO-SOUZA, E. D. et al. Sistemas de cultivos, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivências de patógenos de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 971-978, 2008.