

# Interação entre diferentes teores de umidade do solo e patógenos do sistema radicular do feijoeiro

Interaction between different soil moisture and pathogens of the root system of bean

---

*Rodrigo Mendes de Oliveira*<sup>1</sup>; *Bruno Sérgio Vieira*<sup>2</sup>; *Evandro Binotto Fagan*<sup>3</sup>;  
*Hallen Tafharel Silva*<sup>4</sup>; *Paulo Magalhães Neto*<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

<sup>2</sup> Professor adjunto de Fitopatologia, Universidade Federal de Uberlândia (Campus Monte Carmelo) UFU, MG. E-mail: brunovieira@iciag.ufu.br.

<sup>3</sup> Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.  
E-mail: evbinotto@unipam.edu.br

<sup>4</sup> Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

<sup>5</sup> Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

---

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre espécies do gênero *Fusarium* em diferentes teores de umidade do solo em plantas de feijoeiro. Delinearam-se dois experimentos: no primeiro, as plantas de feijão foram inoculadas com *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, e, no segundo, com *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Cada experimento constou de seis tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 18 repetições. Dez dias após a semeadura, as plantas foram inoculadas com aproximadamente  $1 \times 10^6$  conídios mL<sup>-1</sup> de cada isolado fúngico, separadamente, e submetidas a diferentes condições de umidade do solo (encharcado, capacidade de campo, estresse hídrico). Os tratamentos controle consistiram das mesmas condições de umidade do solo, porém sem os patógenos. Foram coletadas duas plantas por tratamento, aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação para determinação da área foliar, fitomassa seca de folhas, sistema radicular, caule e comprimento de raiz e parte aérea. Para avaliação da severidade das doenças, seguiu-se a escala de Shoonhoven e Pastor-Corrales. Verificou-se que a interação entre *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* e estresse hídrico resultou numa planta mais debilitada, apresentando, aos 55 dias, alto índice de severidade da doença. *F. solani* f.sp. *phaseoli* mostrou-se igualmente agressivo nas três condições hídricas testadas.

**Palavras-chave:** *Fusarium*. Fungo de solo. Manejo. Estresse.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the interaction between *Fusarium* species under different conditions of soil moisture on bean plants. Two experiments were proposed: in the

first, the bean plants were inoculated with *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, and in the second, the plants were inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Each experiment consisted of six treatments distributed in completely randomized design with 18 repetitions. Ten days after sowing, plants were inoculated with approximately  $1 \times 10^6$  conidia mL<sup>-1</sup>, of each fungal isolate, separately, and under different conditions of soil moisture (flooded, field capacity and water stress). The control treatments consisted of the same soil moisture conditions, but without the pathogens. Two plants per treatment were collected at 15, 30 and 55 days after inoculation for determination of leaf area, dry mass of leaves, roots, stem and root length and aerial part. The disease severity was evaluated by the scale of notes of Shoonhoven e Pastor-Corrales. The interaction between *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* and plant water stress resulted in a weaker plant, with high severity at 55 days. *F. solani* f.sp. *phaseoli* showed to be equally aggressive in the three water conditions tested.

**Keywords:** *Fusarium*. Soil fungus. Management. Stress.

## Introdução

O fornecimento adequado de água é um dos fatores fundamentais na produção de qualquer cultura. A cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., requer boa disponibilidade de água no solo durante todo o ciclo, principalmente nos estádios fenológicos de germinação/emergência, floração e enchimento de grãos (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BOREM, 1998). Para tal, os produtores utilizam a irrigação para suprir a demanda de água, principalmente nessas fases de maior exigência.

Segundo Silva Costa (2002), o cultivo de feijão irrigado apresenta aspectos ambientais que contribuem para o estabelecimento e a manutenção de elevadas populações de patógenos de solo, devido à longa permanência de hospedeiro suscetível e de umidade próxima do ótimo para o desenvolvimento das doenças.

Entre os patógenos veiculados pelo solo, destacam-se as espécies *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* W.C. Snyder & H.N. Hansen, responsável por incitar podridões de raízes e colo e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* J.B. Kendr. & W.C. Snyder, agente causal da murcha de *Fusarium* (SILVA et al., 2008; SILVEIRA; STONE, 2001). São patógenos de difícil controle, uma vez que formam estruturas de resistência denominadas clamidósporos, sobrevivendo no solo por muitos anos (BUENO; AMBRÓSIO; SOUZA, 2007; HALL, 1994; MENZIES, 1963).

A intensidade tanto da murcha de *Fusarium* como das podridões radiculares e de colo pode ser agravada devido à má distribuição de água, tanto em excesso como em condições de déficit hídrico. Segundo Silveira e Stone (2001), o déficit de água predispõe as plantas de feijoeiro não somente à *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, como também às podridões causadas por *Macrophomina phaseolina*. Em condição de alta umidade no solo, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, a planta terá uma alta taxa de transpiração e, nesse caso, o fluxo de água nos vasos é alto, permitindo uma maior ascensão dos microconídios através dos vasos condutores, favorecendo, assim, a colonização.

Segundo Miller e Burke (1975), patógenos do sistema radicular são mais eficientes em causar doenças em solos com teores de umidade inferiores àqueles considerados desejáveis para o bom desenvolvimento da planta. Dessa forma, o

fornecimento de água à planta de feijão deve ser mais acurado e melhor monitorado, uma vez que parece existir uma interação direta sobre as doenças radiculares (THUNG; OLIVEIRA, 1998).

Com base nessas informações, o objetivo do presente estudo foi avaliar a interação entre diferentes disponibilidades hídricas e patogênicas do gênero *Fusarium* em plantas de feijão.

## Material e Métodos

Vasos plásticos com capacidade de 5 litros foram preenchidos com solo coletado no município de Patos de Minas – MG, na profundidade de 0 a 20 cm, sendo previamente peneirado e esterilizado em autoclave (121 °C por 1 hora). Amostras de solo foram encaminhadas para análise físico-química e a umidade do solo foi determinada pelo método padrão de estufa (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). No momento da instalação do experimento, a massa total dos vasos (vaso + solo + água) foi aferida, permitindo a correção posterior do conteúdo de água. O controle da irrigação foi realizado diariamente pela pesagem individual dos vasos, sendo o conteúdo evapotranspirado em cada vaso considerado como base para reposição de água. Semearam-se sete sementes de feijão comum (Cultivar Pérola) por vaso, para posterior desbaste (dez dias após a semeadura) mantendo-se duas plantas por vaso.

Para o preparo das suspensões de conídios de *Fusarium. solani* f. sp. *phaseoli* e *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, os isolados fúngicos foram repicados separadamente para placas de Petri, contendo batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidas por 10 dias a 24 °C com fotoperíodo de 12 h em sala climatizada. Após esse período, seis discos de micélio de cada isolado foram transferidos para sacos plásticos contendo arroz (sem casca) previamente umedecido com 100 mL de água destilada e autoclavado (30 min a 121 °C a 1 atm). Os sacos plásticos foram mantidos em sala climatizada a 25 °C com fotoperíodo de 12 h, por 20 dias. Após esse período, o substrato colonizado por cada isolado foi colocado em um recipiente com água esterilizada (100 mL de água para cada 20 g de arroz) e agitado por 5 min. As suspensões resultantes foram coadas e, com auxílio de um hemacitômetro, determinou-se a concentração das suspensões de conídios de cada isolado. As suspensões foram calibradas e ajustadas para a concentração de  $1 \times 10^6$  conídios mL<sup>-1</sup> (RAVA; SARTORATO; COSTA, 1996).

Após 10 dias de emergência, as plantas de feijoeiro foram retiradas e as raízes lavadas em água corrente e cortadas em cerca de 1 cm da parte terminal do sistema radicular, sendo imersas nas suspensões fúngicas citadas (separadamente), durante 5 minutos (CÂNDIDA *et al.*, 2009; CAVALCANTI; COELHO; PEREZ, 2002). As plantas foram, então, replantadas e submetidas aos seguintes tratamentos: (T1) - variações percentuais de 100%, 80% e 100% de umidade do solo, (simulando um solo encharcado); (T2) - variações percentuais de 80%, 50% e 80% de umidade do solo (as plantas iniciavam com 80% de umidade do solo, deixava-se a quantidade de água baixar até 50%, sendo, então, feita a reposição ao valor inicial) (simulando um solo na capacidade de campo) e (T3) - variações percentuais de 60%, 25% e 60% de umidade do solo (as plantas iniciavam com 60% de umidade do solo, deixava-se a quantidade de água baixar até 25%, sendo, então, feita a reposição ao valor inicial) (simulando um

solo com déficit hídrico) (CAIXETA *et al.*, 2010). Os demais tratamentos T4, T5 e T6 seguiram os mesmos percentuais de umidade dos tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, porém sem inoculação dos patógenos.

Foram conduzidos dois experimentos com os mesmos tratamentos, um experimento para cada patógeno. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 18 repetições em casa de vegetação.

Por meio de amostras destrutivas de plantas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação, foram estimadas as variáveis: massa seca de folhas do sistema radicular e do caule, comprimento do sistema radicular e da parte aérea, área foliar e severidade da doença. Para obtenção da massa seca, as amostras de plantas foram secas em estufa a 65 °C. O comprimento do sistema radicular e da parte aérea foi obtido com o auxílio de régua graduada em centímetros. A área foliar foi estimada por meio do método de disco, que consistiu em retirar 10 discos (1 cm de diâmetro) nos trifólios de forma aleatória, por planta, secá-los em estufa a 65 °C, até alcançar peso constante, e pesá-los. Com a utilização da equação (1), determinou-se a área foliar (cm<sup>2</sup>planta<sup>-1</sup>).

Equação 2:

$$AD \times FSF \times ND / FSD \quad (1)$$

Em que:

AD= área do disco (cm<sup>2</sup>);

FSF= fitomassa seca de folhas (g);

ND= número de discos;

FSD= fitomassa seca dos discos (g).

Para a estimativa da severidade da podridão radicular, causada por *F. solani* f. sp. *phaseoli*, segue-se a escala de notas, em que: 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 afetados. Para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, seguiram as seguintes notas, onde: 1 = plantas sem sintomas visíveis; 3 = 10% das folhas com sintomas de murcha; 5 = 25% das folhas com sintomas de murcha e clorose; 7 = 50% das folhas murchas, clorose e necrose e 9 = 75% das folhas ou mais severamente atrofiadas e plantas mortas (SCHOONHOVEN; PASTOR-CORRALES, 1987).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

## Resultados e Discussão

De acordo com os dados obtidos no experimento com *F. solani* f.sp. *phaseoli*, verificou-se que o fornecimento adequado de água, evitando excesso e baixa umidade, proporcionou um desenvolvimento melhor das plantas, em que no (T5) (simulando um solo na capacidade de campo), aos 55 dias, observaram-se os maiores índices de fitomassa seca de folhas e caule (Tabela 1).

Observou-se, também, que somente nas condições de encharcamento (T4) e de déficit hídrico, sem a presença do patógeno (T6), as plantas de feijoeiro apresentaram

sintomas de estresse (Tabela 1). A umidade do solo, em excesso ou em falta, pode afetar diretamente o desenvolvimento do patógeno e de seu hospedeiro, já que a água contida no solo é parcialmente utilizada pelos mesmos (MACDONALD, 1994; TSAI; BARAIBAR; ROMANI, 1992).

**Tabela 1** - Valores de fitomassa seca de plantas de feijão inoculadas com *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.

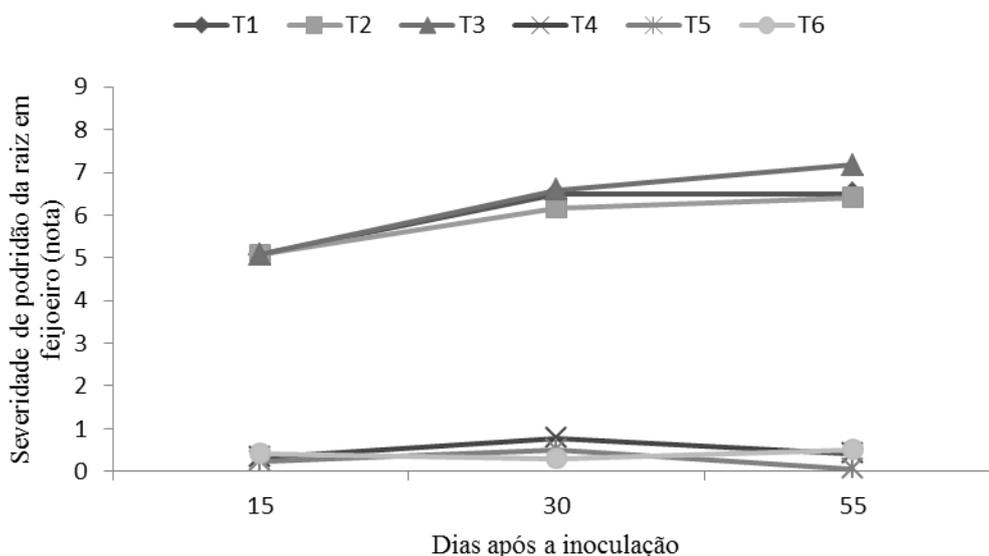
Fitomassa Seca de Raiz (g) Tratamento	Dias após a Inoculação		
	15	30	55 CV(%) = 34,18
T1	0,120 aB	0,183 aAB	0,252 abA*
T2	0,137 aB	0,179 aB	0,278 abA
T3	0,167 aB	0,178 aB	0,267 abA
T4	0,130 aAB	0,088 abB	0,199 bA
T5	0,104 aB	0,103 abB	0,334 aA
T6	0,096 aB	0,064 bB	0,181 bA
Tratamentos	Fitomassa Seca de Folhas (g)		CV(%) = 40,18
T1	0,208 aA	0,186 aA	0,283 bA
T2	0,178 aB	0,199 aAB	0,322 bA
T3	0,212 aA	0,204 aA	0,306 bA
T4	0,208 aAB	0,104 aB	0,303 bA
T5	0,194 aB	0,141 aB	0,537 aA
T6	0,183 aA	0,143 aA	0,202 bA
Tratamentos	Fitomassa Seca de Caule (g)		CV(%) = 30,75
T1	0,122 aB	0,192 aB	0,335 bA
T2	0,090 aC	0,180 aB	0,354 bA
T3	0,100 aB	0,172 aB	0,350 bA
T4	0,100 aB	0,144 aB	0,301 bA
T5	0,082 aB	0,163 aB	0,552 aA
T6	0,086 aB	0,113 aB	0,255 bA
Tratamentos	Comprimento de Raiz (cm)		CV(%) = 25,13
T1	26,708 abA	32,208 abA	32,208 aA
T2	23,042 abB	34,708 aA	29,083 aAB
T3	29,750 aA	32,167 abA	25,898 aA
T4	23,000 abB	18,417 cB	36,583 aA
T5	18,917 abB	22,833 bcB	35,083 aA
T6	17,542 bB	16,375 cB	29,917 aA
Tratamentos	Comprimento de Parte Aérea (cm)		CV(%) = 16,69
T1	11,708 abB	17,042 aA	19,667 abA
T2	8,542 bB	15,300 aA	18,417 abcA
T3	9,375 abC	16,417 aB	20,542 aA
T4	13,542 aA	15,583 aA	15,958 bcA
T5	12,542 abB	15,500 aB	19,000 abcA
T6	11,267 abB	13,042 aAB	15,208 cA

Tratamentos	Área Foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )		CV(%) = 41,30
T1	12,859 aA	13,885 aA	15,884 bA
T2	10,100 aB	13,337 aAB	19,086 abA
T3	13,400 aA	15,128 aA	18,153 abA
T4	14,626 aA	6,479 aA	12,935 bA
T5	18,323 aB	11,685 aB	28,251 aA
T6	16,750 aA	15,178 aA	12,238 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos (T1, T2 e T3) quanto à severidade da doença incitada por *F. solani* f.sp. *phaseoli*, aos 15 dias após a inoculação, atribuindo a mesma nota para os três tratamentos (nota 5, ou seja, 25% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões) (Figura 1). Aos 30 e 55 dias após a inoculação, o índice de doença se mostrou constante, sendo atribuídas notas entre 6 e 7 para os três tratamentos citados, o que, segundo Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), representa aproximadamente 50% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões (Figura 1).

**Figura 1:** Índice de severidade de doença em plantas de feijão, atribuídas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.



Zambolim; Costa e Vale (1997) relataram que a severidade da podridão radicular do feijoeiro pode ser agravada quando submetida a condições de estresse provocadas por excesso de umidade no solo ou períodos secos prolongados. No

presente estudo, essas condições de estresse não foram suficientes para aumentar a severidade da podridão radicular em comparação a um solo na capacidade de campo (Figura 1). Para Burke (1965), a ocorrência de *F. solani* f.sp. *phaseoli* pode ser favorecida por vários fatores ambientais estressantes, tais como suprimento desuniforme de água, plantios muito densos, compactação do solo e temperatura.

Nos tratamentos (T4, T5 e T6), não foi observado nenhum sintoma da doença, o que era esperado, pois os mesmos não foram submetidos à inoculação com os patógenos (Figura 1).

Segundo Miller e Burke (1975), *F. solani* f.sp. *phaseoli* pode ser altamente patogênico tanto em condições de baixa umidade como em condições de alta umidade, o que corrobora com o presente trabalho (Figura 1).

No experimento utilizando com o fungo *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, observou-se resultados semelhantes ao experimento envolvendo o fungo *F. solani* f.sp. *phaseoli*, em que verifica-se maiores índices de fitomassa seca de folhas e caule para o tratamento 5 (simulando um solo na capacidade de campo), aos 55 dias, ressaltando a importância do fornecimento adequado de água para o bom desenvolvimento das plantas de feijoeiro (Tabela 2).

Para as variáveis fitomassa seca de raiz e área foliar, o tratamento 5 mostrou altos valores, principalmente aos 55 dias, não diferindo apenas do tratamento 1 (umidade elevada + patógeno) (Tabela 2).

De acordo com a Figura 2, observa-se que o tratamento (T3 - umidade baixa + patógeno) recebeu as maiores notas de severidade (nota 7 aos 30 e 55 dias após a inoculação, o que, de acordo com Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), representa aproximadamente 50% das folhas murchas, clorose e necrose). Essa mesma nota foi verificada, também, para o tratamento (T1 - umidade elevada + patógeno), porém somente aos 55 dias após a inoculação. Esses resultados revelam a agressividade do patógeno nas diferentes condições em que foi submetido, sendo condições de déficit hídrico mais prejudicial ao feijoeiro.

**Tabela 2** - Valores de massa seca de plantas de feijão inoculadas com *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.

Fitomassa Seca de Raiz (g) Tratamento	Dias após a Inoculação		
	15	30	55 CV(%) = 34,18
T1	0,162 aA	0,178 aA	0,235 abA*
T2	0,169 aA	0,145 abA	0,152 bA
T3	0,186 aA	0,172 abA	0,146 bA
T4	0,130 aAB	0,088 abB	0,199 bA
T5	0,104 aB	0,103 abB	0,334 aA
T6	0,095 aAB	0,064 bB	0,181 bA

Tratamentos	Fitomassa Seca de Folhas (g)		CV(%)= 43,52
T1	0,153 aB	0,172 aB	0,333 bA
T2	0,164 aAB	0,118 aB	0,281 bcA
T3	0,214 aA	0,167 aA	0,150 cA
T4	0,208 aAB	0,104 aB	0,303 bcA
T5	0,194 aB	0,141 aB	0,537 aA
T6	0,183 aA	0,143 aA	0,202 bcA

Tratamentos	Fitomassa Seca de Caule (g)		CV(%)= 38,37
T1	0,107 aB	0,191 aB	0,338 bA
T2	0,122 aB	0,137 aB	0,253 bA
T3	0,134 aB	0,172 aAB	0,243 bA
T4	0,100 aB	0,144 aB	0,301 bA
T5	0,082 aB	0,163 aB	0,552 aA
T6	0,086 aB	0,113 aB	0,255 bA

Tratamentos	Comprimento de Raiz (cm)		CV(%)= 22,35
T1	30,208 abA	33,208 aA	30,625 aA
T2	28,500 abcA	25,958 abA	29,450 aA
T3	34,050 aA	21,827 bB	28,750 aAB
T4	23,000 bcdB	18,417 bB	36,583 aA
T5	18,917 cdB	22,833 bB	35,083 aA
T6	17,542 dB	16,375 bB	29,917 aA

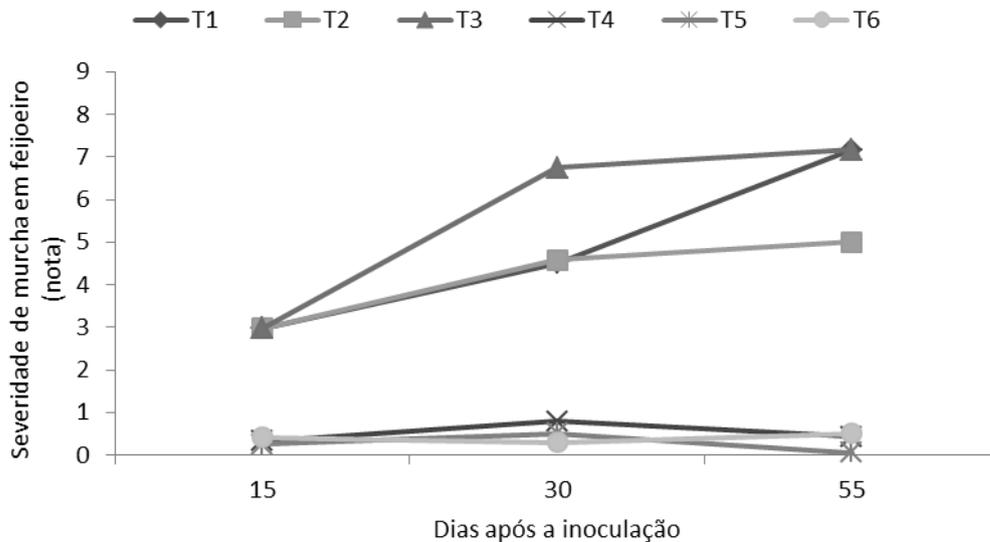
Tratamentos	Comprimento de Parte Aérea (cm)		CV(%)= 15,03
T1	11,667 aB	14,250 aB	20,042 aA
T2	11,400 aB	12,792 aB	17,200 abcA
T3	14,200 aAB	12,983 aB	16,800 abcA
T4	13,542 aA	15,583 aA	15,958 bcA
T5	12,542 aB	15,500 aB	19,000 abA
T6	11,267 a B	13,042 aAB	15,208 cA

Tratamentos	Área Foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )		CV(%)= 40,35
T1	10,590 aB	11,772 aAB	19,647 abA
T2	12,059 aAB	8,512 aB	17,723 bcA
T3	18,435 aA	14,962 aAB	9,743 cB
T4	14,626 aA	6,479 aB	12,935 bcAB
T5	18,323 aB	11,685 aB	28,251 aA
T6	16,750 aA	15,178 aA	12,238 bcA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Índice de severidade de doença em plantas de feijão, atribuídas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação de *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli*. (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.



Com os resultados apresentados, quando comparados a outros autores (VIEIRA; RAVA, 2000), verifica-se que o suprimento uniforme de água é uma ferramenta importante no manejo de *F. oxysporum f.sp. phaseoli* (Figura 2).

A condição de baixa umidade aliada à presença do patógeno (T3) impõe condições de estresse para o crescimento das plantas, resultando em exsudação radicular e aumento do potencial de infecção (CURL, 1982). Liddell (1997) também afirmou que condições de baixa umidade são favoráveis para a infecção de algumas espécies de *Fusarium*. Como consequência, a severidade da doença tende a ser maior (Figura 2).

Silveira e Stone (2001) afirmaram que os efeitos da água de irrigação em relação à predisposição do feijoeiro ao ataque dos patógenos do solo, decorrente do excesso ou do déficit hídrico, estão intimamente ligados a outros fatores, como temperatura e nutrição que, por sua vez, são fundamentais na perda ou na absorção de nutrientes, inclusive reduzindo o teor de oxigênio no solo. Segundo esses mesmos autores, a planta de feijoeiro, em solos com altos teores de umidade, terá uma intensidade maior de murcha de *Fusarium*, o que foi verificado nesse trabalho somente aos 55 dias após a inoculação do patógeno (Figura 2). A severidade da doença foi maior em condições de estresse hídrico (T3) aos 30 dias e se mantendo aos 55 dias (Figura 2), o que resultou em plantas com menor valor de área foliar quando comparado ao tratamento 1 (umidade alta + patógeno) (Tabela 2).

Para Taiz e Zeiger (2004), em algumas plantas o estresse hídrico pode limitar o crescimento e, também, o número de folhas. Segundo Araújo *et al.*, (1996), o feijoeiro é muito suscetível a doenças e pragas, onde a própria arquitetura da planta é deficiente e apresenta, por exemplo, um sistema radicular limitado. Tais características aliadas ao déficit hídrico fizeram com que a planta de feijão se tornasse mais suscetível ao patógeno, agravando a severidade da doença (Figura 2).

Nos tratamentos (T4, T5 e T6), não foi manifestado nenhum sintoma da doença, o que era esperado, pois os mesmos não foram submetidos à inoculação com os patógenos (Figura 2).

Esses resultados corroboram com Vieira e Rava (2000), que verificaram uma ocorrência maior de murcha de *Fusarium* em solos secos ou alternadamente secos do que em solos úmidos, devido à capacidade do fungo de se manter altamente patogênico nessas condições. Liddell (1997) também afirma que zonas áridas e semiáridas favorecem alguns patógenos do gênero *Fusarium*.

## Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a interação entre *F. solani* f.sp. *phaseoli* e os diferentes teores de umidade do solo não influenciam na agressividade do patógeno. Já para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, verificou-se que plantas submetidas ao déficit hídrico se tornam mais suscetíveis ao ataque do patógeno. Logo, o manejo adequado da água, evitando principalmente baixos teores de umidade do solo, pode minimizar as perdas ocasionadas pelo fungo.

## Referências

ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. *Manual de Irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006.

BUENO, C.J.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; SOUZA, N.L. Produção e avaliação da sobrevivência de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. *Summa Phytopathologica*, v. 33, n. 01, p. 47-55, 2007.

BURKE, D.W. Plant spacings and *Fusarium* root rot of beans. *Phytopathology*, v. 55, n. 55. p. 757-759, 1965.

CAIXETA, D.F.; FAGAN, E.B.; LIMA e SILVA, C.P.; MARTINS, K.V.; ALVES, V.A.B.; SILVA, R.B.; GONÇALVES, L.A. Crescimento da plântula de milho à aplicação de inseticidas na semente sob diferentes disponibilidades hídricas. *Uruguaiana*, v. 17, n. 01, p. 78-87, 2010.

CÂNDIDA, D.V.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; CARNEIRO, M.S. Controle genético da murcha do fusário (*Fusarium oxysporum*) em feijoeiro comum. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, n. 06, p. 379-384, 2009.

CAVALCANTI, L.S.; COELHO, R.S.B.; PEREZ, J.O. Utilização de dois métodos de inoculação na avaliação da resistência de culturas e linhagens de feijoeiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Ciência Rural*, v. 32, n. 01, p. 1-5, 2002.

CURL, E.A. The rhizosphere: relation to pathogen behavior and root disease. *Plant Disease*, v. 66, n. 07, p. 624-630, 1982.

FERREIRA, D.F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000.

HALL, R. *Compendium of Bean Diseases*. St. Paul. APS Press. 1994.

LIDDELL, C.M. Abiotic factors and soilborne diseases. In: Hillocks, R.J.; Waller, J.M. (Eds.). *Soilborne Diseases of Tropical Crops*. Wallingford: CAB International, 1997. p. 365-376.

MACDONALD, J.D. The soil environment. In: CAMPBELL, C.L.; BENSON, D.M. (Eds.). *Epidemiology and Management of Root Diseases*. Hidelberg: Spring-Verlag, 1994. p. 82-115.

MENZIES, J.D. Survival of microbial plant pathogens in soil. *Botanical Review*, v. 29, p. 79-122, 1963.

MILLER, D.E.; BURKE, D.W. Temporary excessive soil moisture predisposes bean to *Fusarium* root rot. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, v. 18, p. 48-49, 1975.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; COSTA, J.G.C. Reação de genótipos de feijão comum ao *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* em casa-de-vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, v. 21, n. 02, p. 296-300, 1996.

SILVA COSTA, J.L. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 27(Supl), p. 254, 2002.

SILVA, G.C.; GOMES, D.P.; KRONKA, A.Z.; MORAES, M.H. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. *Semina Ciências Agrárias*, v. 29, n. 01, p. 29-34, 2008.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. *Irrigação do Feijoeiro*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001.

SCHOONHOVEN, A.V.; PASTOR CORRALES, M.A. *Standard system for the evaluation of bean germplasm*. Cali: CIAT, 1987. p. 54.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. In: BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M.; LOCY, R.D. (Eds.) *Fisiologia do estresse*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 615-643.

THUNG, M.D.T.; OLIVEIRA, I.P. *Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle*. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 1998. p. 172.

TSAI, S.M.; BARAIBAR, A.V.L.; ROMANI, V.L.M. Efeito de fatores do solo. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Eds.) *Microbiologia do Solo*. Campinas. Sociedade Brasileira do solo, 1992. p. 59-67.

VIEIRA, C. PAULA JÚNIOR, T.J. BOREM, A. *Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998.

VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. *Sementes de feijão: produção e tecnologia*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F.X.R. Feijão comum: podridão, tombamento e murcha causados por fungos do solo. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) *Controle de Doenças de Plantas: Grandes Culturas*. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. p. 375-402.