

EFEITO DO LODO DE ESGOTO NO CRESCIMENTO MICELIAL DE FITOPATÓGENOS HABITANTES DO SOLO E NA PODRIDÃO DO COLO DE PLÂNTULAS DE FEJJOEIRO, CAUSADAS POR *Sclerotium rolfsii*, EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

I. dos SANTOS¹ & W. BETTIOL²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Unidade de Pato Branco, Caixa Postal 571, CEP 85503390, Pato Branco, PR, fax (046) 224-5879. E-mail: idalmirds@pb.cefetpr.br;

²Embrapa Meio Ambiente; Caixa Postal 69, CEP 13.820.000, Jaguariúna, SP, fax (019) 3867-8740. Bolsista do CNPq. E-mail: bettiol@cnpmma.embrapa.br.

Aceito para publicação em: 12/12/2002.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do lodo de esgoto sobre fitopatógenos habitantes do solo. *In vitro*, o lodo nas doses de 0, 5, 10, 15, 20 e 25% foi testado, na forma esterilizada ou não, quanto à capacidade de inibir o crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* e *Pythium aphanidermatum*. O lodo de esgoto esterilizado inibiu o crescimento micelial dos fungos entre 35% e 100%, com exceção de *F. oxysporum*. Para o lodo não esterilizado o resultado foi inverso, sendo que apenas *F. oxysporum* foi inibido. Sob condições de casa de vegetação, em solo contendo lodo de esgoto nas concentrações de 0; 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 % e infestado com 10g.L⁻¹ do inóculo de *S. rolfsii*, foi observada redução na severidade da podridão do colo, em três cultivos sucessivos de feijão, com o aumento da concentração do lodo. A adubação com NPK não apresentou redução da severidade da doença.

Palavras-chave: Biossólido, matéria orgânica, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

ABSTRACT

EFFECT OF SEWAGE SLUDGE ON THE MYCELIAL GROWTH OF THE SOIL-BORNE PLANT PATHOGENS AND DAMPING-OFF OF BEAN SEEDLINGS, CAUSED BY *Sclerotium rolfsii*, UNDER CONTROLLED CONDITIONS

This work was aimed at evaluating the effect of sewage sludge on soil-borne plant pathogens. The sewage sludge was tested *in vitro* at the rates of 0; 5; 10; 15; 20; and, 25%, either in the sterilized form or not, against *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* and *Pythium aphanidermatum*. The sterilized sewage sludge inhibited the mycelial growth of the fungi between 35% and 100%, except for *F. oxysporum*. For non-sterilized sludge the result was inverted, with *F. oxysporum* alone being inhibited. In greenhouse the sewage sludge mixed to the soil in concentrations of 0; 2,5; 5; 7,5; 10 and 12,5% and infested with 10g.L⁻¹ of the inoculum of *S. rolfsii* controlled the rot in three successive cultivations of bean. The manuring with NPK didn't present reduction of the severity of the disease.

Key words: Biosolids, organic matter, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotinia sclerotiorum*

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos está relacionada com a atividade humana e com o crescimento populacional, sendo a de esgoto

uma das mais prejudiciais ao ambiente. Na maioria das cidades brasileiras, o esgoto produzido é lançado diretamente nos cursos d'água. Assim, para reduzir a poluição dos rios, há necessidade de se realizar a coleta e o tratamento do esgoto. Nesse processo é gerado um resíduo denominado lodo de esgoto, rico em matéria orgânica e macro e micronutrientes, o qual necessita de uma adequada disposição final (BETTIOL & CAMARGO, 2000).

Entre as alternativas de disposição final, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois combina disposição com reciclagem (BETTIOL & CAMARGO, 2000). De um modo geral, o lodo gerado no Brasil está dentro dos níveis tolerados para ser utilizado na agricultura, considerando a norma P 4.230 da CETESB e a 40 CFR 503 da EPA (U.S.EPA, 1996; CETESB, 1999).

Sob o ponto de vista ambiental, a reciclagem agrícola do lodo de esgoto é a alternativa de menor impacto para a sua disposição final, propiciando também economia de energia e de reservas naturais, na medida em que diminui as necessidades de fertilização mineral. Além do ponto de vista ambiental e econômico, a utilização do lodo na agricultura é vantajosa, devido à importância do mesmo, como fonte de matéria orgânica, micro e macro nutrientes, conferindo ao solo maior capacidade de retenção de água, maior resistência à erosão, efeito residual utilizável para culturas subsequentes e possivelmente induzindo a supressividade dos solos aos fitopatógenos.

Os efeitos do lodo de esgoto em fitopatógenos habitantes do solo estão relatados de forma abrangente no trabalho de MILLNER *et al.* (1982). Esses autores observaram que o lodo, em experimentos em casa de vegetação e a campo, reduziu o mofo branco em alface causado por *Sclerotinia minor*, por três estações de cultivo. No mesmo trabalho, em casa de vegetação, o lodo de esgoto misturado ao solo na concentração de 10% reduziu a podridão de raiz e o tombamento de feijão, de algodão e de rabanete, causados por *Rhizoctonia solani*; a podridão de raiz em ervilha, causada por *Aphanomyces euteiches*; a podridão de raiz de pimenta, causada por *Phytophthora capsici*; aumentou as doenças de ervilha, feijão e algodão, causadas por *Pythium ultimum* e *Thielaviopsis basicola*; e não apresentou efeito sobre as doenças de ervilha e feijão, causadas por *Fusarium solani* e *Pythium aphanidermatum*.

Doenças causadas pelo gênero *Sclerotinia* também foram controladas pelo lodo em outros trabalhos (LUMSDEN *et al.*, 1983; LUMSDEN *et al.*, 1986). No entanto, certamente o patógeno mais estudado em solos incorporados com lodo é o *Pythium*, e na maioria das vezes, acompanhado por *Rhizoctonia* (MILLNER *et al.*, 1982; LUMSDEN *et al.*, 1983;

CHEN *et al.*, 1987; LEWIS *et al.*, 1992; CRAFT & NELSON, 1996; DISSANAYAQUE & HOY, 1999).

O modo pelo qual o lodo de esgoto reduz a severidade das doenças, conforme está relatado na maioria dos trabalhos, parece estar relacionado com o aumento da atividade microbiana no solo e à própria microbiota contida no material orgânico (CHEN *et al.*, 1987; CRAFT & NELSON, 1996; DISSANAYAQUE & HOY, 1999).

Na literatura não existem informações quanto ao efeito do lodo sobre as doenças causadas por *Sclerotium rolfsii* e as informações existentes indicam o controle efetivo e de aumento de doenças causadas por outros fitopatógenos. Nesse sentido, pretendeu-se com esse trabalho avaliar o efeito do lodo de esgoto sobre a podridão do colo causada por *S. rolfsii* em feijoeiro, bem como o efeito *in vitro* de diferentes concentrações de lodo sobre os seguintes fitopatógenos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* e *Pythium aphanidermatum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O lodo foi obtido na Estação de Tratamento de Esgoto de Franca, SP, a qual trata esgoto de origem essencialmente doméstica. O processo de tratamento do esgoto consta basicamente de desarenação, decantação primária, digestão aeróbia seguido de decantação, digestão anaeróbia e desaguamento. A composição do lodo utilizado nos trabalhos (Tabela 1) respeitou as normas para sua utilização na agricultura, adotadas pela CETESB (1999), por meio da norma P 4230.

Tabela 1. Características químicas do lodo de esgoto originário da Estação de Tratamento de Esgoto de Franca (SP).

Atributo		Atributo	
pH em água	6,4	Na; g/kg	0,6
Umidade (65°C)	52,1	Cr, mg kg ⁻¹	1325
C, g kg ⁻¹	374,4	Mn, mg kg ⁻¹	267,4
N Kjeldahl g.kg ⁻¹	50,8	Fe, mg kg ⁻¹	31706
N-amoniacal; mg.kg ⁻¹	119,5	Ni, mg kg ⁻¹	74,7
N-Nitrato-Nitrito;mg.kg ⁻¹	54,8	Cu, mg kg ⁻¹	359,2
P; g kg ⁻¹	21,3	Zn, mg kg ⁻¹	1590
K; g kg ⁻¹	0,99	Al, mg kg ⁻¹	33550
Ca; g kg ⁻¹	16,8	Cd, mg kg ⁻¹	2
Mg; g kg ⁻¹	2,5	Pb, mg kg ⁻¹	118,8
S; g kg ⁻¹	13,3	Ar.; mg/kg ⁻¹	<1
Mo, mg kg ⁻¹	<1	Se; mg/kg ⁻¹	0
B; mg/kg	7,1	Hg; mg/kg ⁻¹	<1

Os valores de concentração são dados com base na matéria seca.

Os valores de concentração para o nitrogênio nas formas amoniacal e nitrato foram determinados na amostra nas condições originais.

Tabela 2. Análises químicas de terra para fins de fertilidade.

SI ¹	pH		g/dm ³	P(mg/dm ³)		mmolc/dm ³						
	CaCl ₂	água		M.O	*	**	K*	Ca	Mg	Al	+H	CTC
	5,4	6,0	22	4,0	7,1	1,54	44	11	--	28	84,5	66,9

* Melich. ** Resina aniônica. ¹Sistema internacional

Efeito de lodo de esgoto sobre o crescimento micelial de fitopatógenos habitantes do solo

Avaliou-se o efeito do lodo de esgoto (LE) no crescimento micelial de *R. solani*, *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, *S. sclerotiorum*, *S. rolfsii* e *P. aphanidermatum*. O estudo foi constituído de seis tratamentos com LE (86% de umidade) misturado ao solo (Tabela 2) nas seguintes concentrações: 0, 5, 10, 15, 20 e 25%. Os substratos obtidos foram colocados em placas de Petri e recobertos por uma camada de ágar-água e outra de papel celofane esterilizado em formol. No centro de cada placa, sobre o papel celofane, foi colocado um disco de BDA de 5 mm de diâmetro contendo os patógenos em pleno desenvolvimento. Para cada patógeno foram realizados dois ensaios: um, com os substratos submetidos a autoclavagem a 120°C, durante uma hora, em dois dias consecutivos; e o outro sem autoclavagem dos substratos. Para todos os ensaios, a incubação foi em condições ambientes, com temperatura de 24°C + ou - 2. O crescimento micelial das colônias dos patógenos foi avaliado diariamente medindo-se o diâmetro da colônia em duas linhas perpendiculares traçadas no fundo das placas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados de crescimento micelial dos fungos foram submetidos à análise de variância e a regressão polinomial. Os fungos que não apresentaram crescimento não foram submetidos à análise estatística.

Efeito do lodo de esgoto na severidade da doença em condições controladas.

O lodo de esgoto foi seco em estufa a 40°C ±3 por 72 horas, moído e passado em peneira com malha de 4,75 mm. Posteriormente, foi misturado ao solo (Tabela 2) nas concentrações de 0; 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 %; e distribuído em quatro vasos com 500 mL de capacidade para cada concentração. Em outro tratamento foi adicionado 2,5 g de fertilizante da fórmula (4-14-8) por vaso. Os substratos foram infestados com 10gL⁻¹ do inóculo de *S. rolfsii*, sete dias antes da semeadura de 10 sementes de feijão (tipo carioquinha) por vaso. O *S. rolfsii* foi multiplicado colocando-se 10 discos de BDA de 6 mm de diâmetro colonizados pelo fungo, em frascos de um litro com substrato previamente autoclavado por uma hora em dois dias consecutivos, contendo: 100 g de arroz em casca e 150 ml de água destilada. O substrato foi incubado durante 10 dias, em condições ambientes, com temperatura de 25°C ± 2. Como controle de possíveis efeitos fitotóxicos dos tratamentos, mantiveram-se quatro vasos sem infestação com o patógeno e sem aplicação de lodo ou fertilizante. Efetuaram-se três cultivos sucessivos de feijão, no mesmo substrato, com duração aproximada de 20 dias, sendo o segundo cultivo realizado sete dias após o término do primeiro e o terceiro 60 dias em relação ao segundo.

A severidade da doença, considerando a porcentagem de tecido lesionado no colo da planta, foi avaliada nos três cultivos, utilizando a seguinte escala de notas: 1 = plantas sem sintomas visíveis; 3 = plantas com aproximadamente 10% do hipocótilo e/ou raízes cobertos com lesões; 5 = aproximadamente 25% do hipocótilo e/ou raízes cobertos com lesões, mas os tecidos permanecem firmes, com deterioração do sistema radicular, e a descoloração das folhas é evidente; 7 = aproximadamente 50% hipocótilo e/ou raízes cobertos com lesões e severo apodrecimento do sistema radicular; e 9 = aproximadamente 75% ou mais dos tecidos cobertos com lesões, em avançado estado de apodrecimento, com severa redução do sistema radicular (SCHOONHOVEN & PASTOR-CORRALES, 1987).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, análise de regressão polinomial e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de lodo de esgoto sobre o crescimento micelial de fitopatógenos habitantes do solo

Os resultados obtidos demonstraram um comportamento diferenciado do crescimento micelial dos fitopatógenos quando submetidos ao substrato com lodo de

esgoto, com e sem autoclavagem (Tabelas 3 e 4). O lodo de esgoto autoclavado apresentou alto índice de inibição no crescimento micelial diário para a maioria dos patógenos testados, destacando-se o efeito sobre *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, os quais tiveram seus crescimentos totalmente inibidos em todas as concentrações de lodo, enquanto que os mesmos fungos atingiram um crescimento micelial diário de 0,8 e 3,3 mm, respectivamente, no solo sem lodo. Para *R. solani*, a inibição total de crescimento ocorreu a partir da concentração de 10% de lodo autoclavado no substrato, sendo que na concentração de 5% a média de crescimento diário foi de 1,7 mm, com uma inibição de 57,5%, quando comparado à média diária de crescimento no solo testemunha que foi de 4 mm. Para *P. aphanidermatum*, embora a redução do crescimento micelial não tenha sido total para nenhuma das concentrações de lodo, a inibição foi significativa e com R^2 de 0,72, sendo que a porcentagem de inibição variou entre 35% para a concentração de 5% de lodo, até 84% para a concentração mais alta, quando comparado com o crescimento do fungo no solo. Ao contrário do que ocorreu com a maioria dos patógenos, o efeito de inibição do lodo autoclavado sobre *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* não foi estatisticamente significativo. Isto leva a crer que o referido patógeno, de forma diferenciada dos demais, não foi sensível ao fator químico que inibiu o crescimento dos outros patógenos (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito do substrato contendo lodo de esgoto autoclavado e solo na taxa de crescimento micelial (mm/dia) de fitopatógenos habitantes do solo.

Tratamento	<i>Rhizoctonia Solani</i>		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		<i>Sclerotium rolfsii</i>		<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>		<i>Pythium aphanidermatum</i>	
	Taxa ¹	P.I.	Taxa ¹	P.I.	Taxa ¹	P.I.	Taxa ¹	P.I.	Taxa ¹	P.I.
Solo	4,00		0,90		3,30		3,40		3,16	
Lodo 5%	1,70	57,50	0	100	0	100	2,66	21,70	2,06	35,00
Lodo 10%	0	100	0	100	0	100	2,16	36,00	0,65	79,40
Lodo 15%	0	100	0	100	0	100	2,66	21,70	0,87	72,50
Lodo 20%	0	100	0	100	0	100	1,83	46,10	0,87	72,50
Lodo 25%	0	100	0	100	0	100	2,00	41,10	0,51	84,00
R^2							NS		0,72	
CV (%)									13,60	

¹Média de três repetições. P.I. = Porcentagem de inibição do crescimento micelial. NS = Não significativo pelo teste F e R^2 . Para os fungos *R. solani*, *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* não foi realizada análise de variância e regressão polinomial.

O fator biológico, potencialmente antagonico aos fitopatógenos, foi eliminado dos substratos esterilizados. No entanto, nem sempre o controle biológico proporcionado pela matéria orgânica é o único responsável pela inibição dos fitopatógenos. Conforme PEREIRA *et al.* (1996), a ação dos compostos orgânicos nos fitopatógenos pode também ser diretamente pela produção de compostos químicos. O'NEILL, citado por NELSON & CRAFT (1992), verificou que a supressão induzida pelo lodo à mancha marrom em capim-do-prado persistiu mesmo quando o composto foi esterilizado por autoclavagem, sugerindo que um componente microbiano não foi responsável pelas propriedades de supressão da doença. KIM *et al.* (1997), estudando o efeito do lodo de esgoto,

juntamente com casca de madeira, sobre a incidência e severidade de *Phytophthora capsici* em pimenta, verificaram que, apesar de aumentarem a atividade microbiana total e populações de alguns grupos funcionais no solo, não foram capazes de reduzir a população do patógeno, nem os sintomas das doenças. A mudança do pH do meio por interferência do lodo é outro fator não biológico que pode ter influenciado no crescimento de fungos. Isto foi comprovado pelo trabalho de FORTES *et al.* (2000), onde a elevação do pH induzida pelo lodo foi responsável pela neutralização do crescimento do fungo *R. solani* em placas de Petri com meio BDA.

A hipótese mais provável para a eficiência do lodo autoclavado, na redução do crescimento micelial da maioria

dos patógenos testados no presente trabalho, foi a formação e ou liberação de substâncias fungitóxicas, voláteis ou não, em quantidade expressiva, por ocasião da autoclavagem.

O lodo de esgoto não autoclavado, ao contrário do autoclavado, não inibiu significativamente o crescimento micelial da maioria dos fitopatógenos e quando a inibição ocorreu, não foi tão eficiente quanto ao autoclavado, quando comparado com a testemunha. No entanto, com as doses crescentes de lodo verificou-se redução significativa do crescimento micelial dos fungos *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* e *S. rolfsii* ($R^2 = 0,92$ e $0,69$, respectivamente). Para o *S. rolfsii* a inibição ocorreu a partir da concentração de 10%, com 62% de inibição e 75,5% para dose mais alta (25%), considerando que a taxa de crescimento micelial diário na testemunha foi de 4,5 mm, contra um crescimento de 1,1 mm por dia na maior concentração de lodo. Para o fungo *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* a porcentagem de inibição do crescimento micelial atingiu índices menores do que para *S. rolfsii*. No entanto, a inibição começou a partir de 5% de lodo com 20,6% até 44% de inibição na dose mais alta e a redução do crescimento teve uma melhor linearidade com o aumento nas doses de lodo. Os demais fungos não tiveram reduções do crescimento micelial, sendo que *P. aphanidermatum* não foi inibido em seu crescimento em nenhuma das doses (Tabela 4). A mistura de lodo e solo não autoclavados possui grande potencial para ativação da microbiota presente nesses substratos e conseqüente competição com os patógenos habitantes do solo. O modo pelo qual o lodo reduziu a severidade das doenças, conforme está relatado na maioria dos trabalhos, parece estar relacionado principalmente com o aumento da atividade microbiana no solo e a própria microbiota contida no material orgânico (CHEN *et al.*, 1987; FERRARA *et al.*, 1996; CRAFT

& NELSON, 1996; DISSANAYAQUE & HOY, 1999). No entanto, ficou evidenciada uma baixa eficiência na inibição do crescimento micelial dos patógenos testados, por parte do lodo não autoclavado, quando comparado ao autoclavado. Esses resultados são comparáveis com outro teste *in vitro*, onde compostos contendo lodo também não foram eficazes contra o crescimento de alguns fitopatógenos, não apresentando halo de inibição a *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *P. ultimum*, *Verticillium dahliae* e *R. solani* (PHAE *et al.*, 1990). A baixa eficiência de inibição dos fungos por parte do lodo não autoclavado pode estar relacionada com a dificuldade de manifestação antagônica da microbiota contra fitopatógenos, devido à metodologia utilizada neste trabalho. Cobrindo o substrato orgânico com meio de cultura e papel celofane, o contato direto do lodo com o patógeno é evitado. Com isso, a microbiota presente no substrato só poderia agir por meio da antibiose, descartando qualquer outro modo de ação envolvido no controle biológico. No entanto, embora, a difusão de substâncias no meio de cultura e celofane tenha sido possível, o processo não contribuiu para uma inibição eficiente de todos os patógenos testados. As limitações da metodologia apresentadas no presente trabalho, não invalidam os resultados, principalmente os que foram obtidos com o substrato autoclavado. Dessa forma, sugere-se em trabalhos futuros o contato direto do patógeno com o substrato, em recipientes maiores, os quais permitirão avaliações num período superior a 15 dias, monitorando o crescimento do patógeno e assim avaliar o potencial supressivo do substrato. Em recipientes hermeticamente fechados, contendo substrato e patógeno, poderá ser avaliado de forma isolada o efeito de substâncias voláteis.

Tabela 4. Efeito do substrato contendo lodo de esgoto não autoclavado e solo na taxa de crescimento micelial (mm/dia) de fitopatógenos habitantes do solo.

Tratamento	<i>Rhizoctonia solani</i>		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		<i>Sclerotium rolfsii</i>		<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>		<i>Pythium aphanidermatum</i>	
	Taxa ¹	P.I.	Taxa	P.I.	Taxa	P.I.	Taxa	P.I.	Taxa	P.I.
Solo	4,8		1,33		4,5		3,4		1,33	
Lodo 5%	2,2	54	1,6		4,5		2,7	20,6	2,3	
Lodo 10%	2,5	48	0,53	60	1,7	62	2,6	23,5	2,6	
Lodo 15%	3,6	25	1,8		3,2	29	2,4	29,4	2,06	
Lodo 20%	3,8	20,8	1,3		2,0	55	2,3	32,3	2,06	
Lodo 25%	3,4	29	1,06	20,3	1,1	75,5	1,9	44	1,43	
R ²	NS		NS		0,69		0,92		NS	

¹Média de três repetições. P.I. = Porcentagem de inibição do crescimento micelial. NS = Não significativo pelo teste F e R².

Efeito do lodo de esgoto na severidade da doença em condições controladas.

O lodo apresentou um efeito positivo no controle da podridão do colo causada por *S. rolfsii*, reduzindo a porcentagem de tecido do colo do feijoeiro com lesões. No entanto, a redução da severidade da doença não ocorreu de forma linear. O tratamento NPK não teve efeito na redução da severidade da doença, quando comparado com a testemunha nos três cultivos. A maior dose de lodo no substrato (12,5%) manteve a severidade da doença em níveis baixos em todos os cultivos, quando comparada com a testemunha (Tabela 5). A dose de 12,5% de lodo é elevada, considerando condições de

cultivo a campo. No entanto, a possibilidade da utilização do lodo em substratos para a produção de mudas, considerando o controle de doenças causadas por *Sclerotium rolfsii*, pode ser uma alternativa viável. Embora a concentração de 12,5% de lodo tenha controlado a doença, um fator que deve ser observado é a fitotoxicidade observada no primeiro cultivo.

Em outros testes realizados ficou provado que o lodo não interfere diretamente na sobrevivência do escleródio de *S. rolfsii*, em curto espaço de tempo (SANTOS, 2001). No entanto, foi verificado que, de alguma forma, o lodo reduz a ação do patógeno na sua capacidade de causar a doença. Esse

fato pode indicar que o lodo induz a supressividade do solo à doença e não ao patógeno. O aumento da atividade microbiana no solo, induzindo competição, predação e antibiose, pode ser o fator principal de indução de supressividade (CHEN *et al.*, 1987; FERRARA *et al.*, 1996; CRAFT & NELSON, 1996; DISSANAYAQUE & HOY, 1999). A condutividade elétrica aumentada no solo, principalmente com doses mais altas de lodo, é outro fator que reduz as doenças causadas por *S. rolfsii* em feijoeiro (SANTOS, 2001).

Tabela 5. Efeito do lodo de esgoto na severidade da doença causada por *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro (tipo carioquinha), em vaso, em três cultivos sucessivos.

Concentração de lodo (%)	1ª Semeadura	2ª Semeadura	3ª Semeadura
0	4,47ab	7,7a	7,1ab
2,5	3,82ab	4,3b	5,6b
5	3,06b	5,6ab	6,2ab
7,5	2,33bc	4,4b	5,9ab
10	1,16c	5,08ab	7,8a
12,5	1,16c	1,14c	3,2c
NPK	5,8a	7,5a	6ab
R ²	0,29	0,92	0,79
C.V.	18,8	16,1	8,9

Os dados do NPK não fazem parte da análise de regressão. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Duncan 5%). Severidade da doença – notas de 1 a 9 (média de 4 repetições).

LITERATURA CITADA

BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312 p.

CETESB. **Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação.** São Paulo, Cetesb 1999. 33p. (P 4.230).

CHEN, W., HOITINK, H.A.J. & SCHMITTHENNER, A.F. Factors affecting suppression of *Pythium* damping-off in container media amended with composts. *Pythopathology*, v.77, p.755-760, 1987.

CRAFT, C. M. & NELSON, E.B. Microbial properties of composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. *Applied and Environmental Microbiology*, v.62, p.1550-1557, 1996.

DISSANAYAKE, N. & HOY, J.W. Organic material soil amendment effects on root rot and sugarcane growth and characterization of the materials. *Plant Disease*, v.83, p.1039-1046. 1999.

FERRARA, A.M., AVANTEO, M. NAPPI, P. First experiments of compost suppressiveness to some phytopathogens. *The science of composting*, v.2, p.1157-1160. 1996.

FORTES, N.L.P., FORTES NETO, J.C., SILVA, J.C. A indução da supressividade à *Rhizoctonia solani* em solos com diferentes fontes de matéria orgânica. In: *Anais do Congresso Paulista de Fitopatologia*, 23, 2000, Campinas. Resumos. Piracicaba: Grupo Paulista de Fitopatologia, 2000, p.317.

KIM, K.D., NEMEC, S.; MUSSON, G. Effects of composts and soil amendments on soil microflora and *Phytophthora* root and crown root of bell pepper. *Crop Protection*, v.16, n.2, p.165-172, 1997.

LEWIS, J.A., LUMSDEN, R.D., MILLNER, P.D.; KEINATH, A.P. Suppression of damping-off of peas and cotton in the field with composted sewage sludge. *Crop Protection*, v.11, p.260-266, 1992.

LUMSDEN, R.D., LEWIS, J.A.; MILLNER, P.D. Effect of composted sewage sludge on several soilborne pathogens and diseases. *Phytopathology*, v.73, p.1543-1548, 1983.

LUMSDEN, R.D., MILLNER, P.D., LEWIS, J.A. Suppression of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* with composted sewage sludge. *Plant Disease*, v.70, p.197-201, 1986.

MILLNER, P.D., LUMSDEN, R.D.; LEWIS, J.A. Controlling plant disease with sludge compost. *Biocycle*, v.23, p.50-52, 1982.

NELSON, E.B. & CRAFT, C.M. Suppression of dollar spot on creeping bentgrass and annual bluegrass turf with compost-amended topdressings. *Plant Disease*, v.76, n.9, p.954-958, 1992.

PEREIRA, J.C.R., ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R. do, CHAVES, G.M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v.4, p.353-379, 1996.

PHAE, C., SASAKI, M., SHODA, M., KUBOTA, H. Characteristics of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic microorganisms. *Soil Science Plant Nutrition*, v.361, n.4 p.575-586, 1990.

SANTOS, I. dos. Efeito do lodo de esgoto sobre a atividade microbiana e fitopatógenos do solo. Tese de doutorado. UNESP, Campus de Botucatu, 2001. 82p.

SCHOONHOVEN, A. VAN.; PASTOR-CORRALES, M.A. (comps.) **Standart system for the evaluation of bean germplasm.** Cali: CIAT, 1987. 54p.

U.S.EPA. **Standards for the use and disposal of sewage sludge.** Washington: EPA, 1996 (Code of Federal Regulations 40 CFR Part 503).