

Uso de Lodo de Esgoto para Indução de Supressividade de Solos a *Phytophthora nicotianae* em citros

Introdução

O tombamento, a gomose e a podridão do pé e de raízes causadas por *Phytophthora* spp. estão entre as doenças fúngicas de maior importância econômica para a cultura de citros, ocorrendo em praticamente todas as regiões produtoras. As principais espécies de *Phytophthora* predominantes no Brasil são *Phytophthora nicotianae* e *Phytophthora citrophthora* (Feichtenberger, 2001).

O manejo das doenças causadas por *Phytophthora* é baseado na integração de várias medidas de controle preventivas e curativas, que podem variar dependendo da idade da planta e da manifestação da doença. Os diversos problemas decorrentes do uso de controle químico, especialmente os associados aos impactos no agroecossistema, tem levado à busca de métodos alternativos de controle. Além disso, apesar da dificuldade de desenvolvimento de resistência de fitopatógenos do solo a fungicidas, há relatos de resistência de *Phytophthora parasitica* a metalaxyl (Ferrin & Kabashima, 1991; Timmer et al., 1998).

A aplicação de fontes de matéria orgânica é uma das práticas utilizadas para induzir supressividade de solos a fitopatógenos. Solos supressivos são definidos como aqueles nos quais o desenvolvimento da doença é suprimido mesmo quando o patógeno é introduzido na presença do hospedeiro suscetível (Baker & Cook, 1974). A supressividade pode ser resultante de fatores bióticos ou abióticos, sendo diversos e complexos os mecanismos envolvidos. As interações microbianas em alguns solos podem naturalmente prevenir o estabelecimento de patógenos ou inibir as suas atividades patogênicas. Em numerosos casos, a supressividade está diretamente relacionada com a atividade microbiana do solo no período crítico do ciclo do patógeno, por exemplo, durante a germinação de propágulos e crescimento na rizosfera da planta hospedeira.

Como conseqüência do crescimento populacional e das regulamentações internacionais sobre disposição final de resíduos visando uma melhoria das condições ambientais do planeta, atualmente, uma das fontes de matéria orgânica disponível em quantidades crescentes são os lodos provenientes das estações de tratamento de esgotos. Como esse material necessita de uma disposição final que não cause problemas ambientais, o uso agrícola está sendo pesquisado em diversos países. O lodo de esgoto constitui um insumo de grande valor para a agricultura, pois fornece ao solo matéria orgânica, macro e micronutrientes para as plantas, atua como condicionador de solo e incrementa a comunidade de organismos do solo (Andreoli & Pegorini, 2000). Embora a maioria das pesquisas tenha sido feita na área da fertilidade e recuperação de solos degradados, alguns trabalhos têm avaliado o efeito nas comunidades microbianas e em patógenos do solo. A norma P4230 da CETESB estabelece as condições para uma aplicação segura desse material na agricultura e permite sua utilização na cultura de citros (CETESB, 1999).

Com o objetivo de avaliar os efeitos da incorporação do lodo de esgoto ao solo na indução de supressividade a *Phytophthora nicotianae*, foram testadas diferentes doses de lodo em plantas de limão cravo em dois estádios de desenvolvimento, em condições de telado e campo. Os estádios de desenvolvimento testados foram os de plântulas (sementes pré-germinadas até três meses de idade) e mudas (a partir de três meses de idade). O lodo utilizado foi o proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Franca. Os efeitos do lodo foram avaliados no crescimento de plantas de citros e em propriedades do solo: pH, condutividade elétrica, atividade microbiana e supressividade ao patógeno.

Jaguariúna, SP
Agosto, 2005

Autores

Raquel Ghini

Engenheira Agrônoma,
Ph.D. em Fitopatologia,
Embrapa Meio Ambiente
Rod.SP 340 - Km 127,5 -
Cep 13820-000,
Jaguariúna, SP.
raquel@cnpma.embrapa.br

Carolina Leoni

Engenheira Agrônoma, M.Sc
em Fitopatologia, Sección
Protección Vegetal, Estación
Experimental Las Brujas,
Instituto Nacional de
Investigación Agropecuaria,
Cep 90200, Rincón del
Colorado, Canelones,
Uruguay.
cleoni@inia.org.uy

Efeito no crescimento de plantas de citros

O peso da matéria fresca da parte aérea das plântulas e mudas apresentou incrementos positivos quando as doses de lodo de esgoto aumentaram (Fig. 1 e 2). Para o peso da matéria fresca das raízes também foram verificados aumentos (Fig. 3). Entretanto, uma tendência de redução do crescimento foi observada com a aplicação de doses de lodo superiores a 20%.

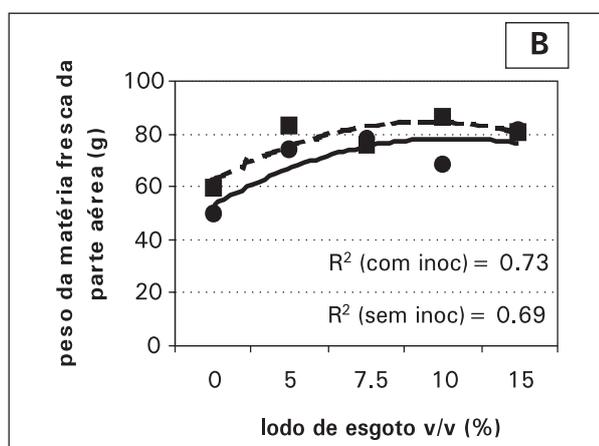
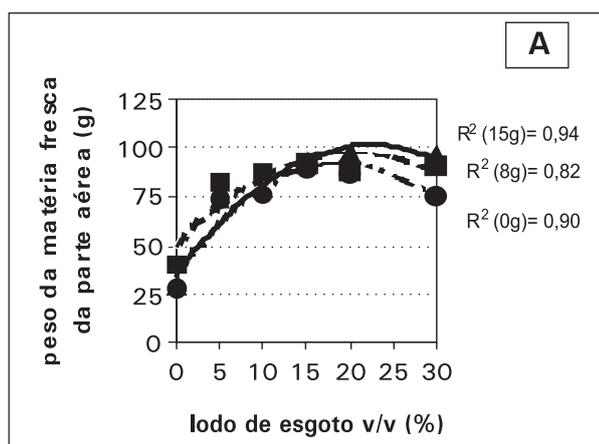


Fig. 1. Efeito do lodo de esgoto no peso da matéria fresca da parte aérea de mudas de limão cravo (*Citrus limonia*), 150 dias após o transplante, para os diferentes níveis de inóculo de *Phytophthora nicotianae* (0 -●-, 8 -■- e 15 -▲- g por vaso), em telado (A) e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).



Fig. 2. Efeito de doses crescentes (da esquerda para a direita) de lodo de esgoto no desenvolvimento de mudas de limão cravo (*Citrus limonia*) sem inóculo, 65 dias após o transplante.

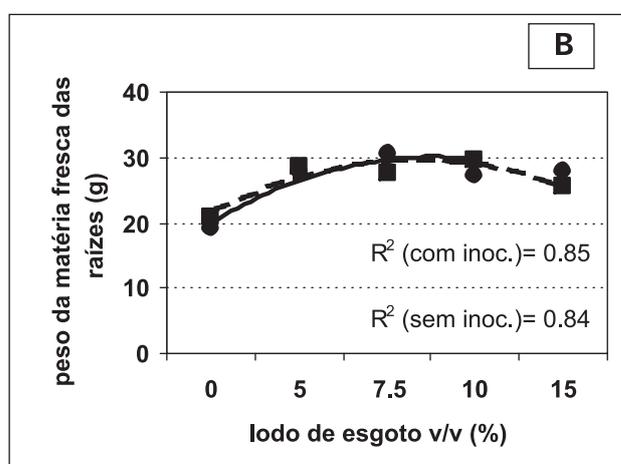
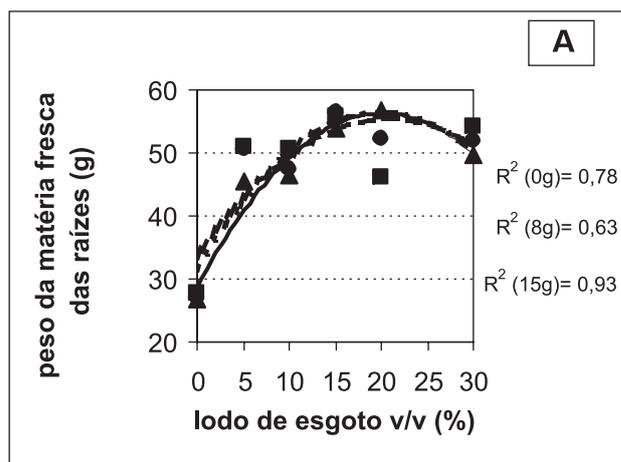


Fig. 3. Efeito do lodo de esgoto no peso da matéria fresca de raízes de mudas de limão cravo (*Citrus limonia*), 150 dias após o transplante, para os diferentes níveis de inóculo de *Phytophthora nicotianae* (0 -●-, 8 -■- e 15 -▲- g por vaso), em telado (A), e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).

Efeito no pH e condutividade elétrica do solo

O pH foi inversamente proporcional às doses de lodo (Fig. 4) e a condutividade elétrica foi diretamente proporcional (Fig. 5).

Efeito na atividade microbiana do solo

A atividade microbiana do solo foi avaliada pela hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) e respiração microbiana (evolução de CO_2). Os dois tipos de avaliação demonstraram que a atividade microbiana do solo apresentou incrementos positivos quando aumentaram as concentrações de lodo (Fig. 6 e 7).

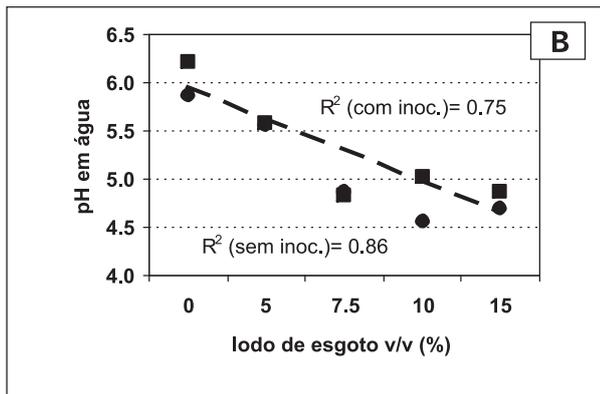
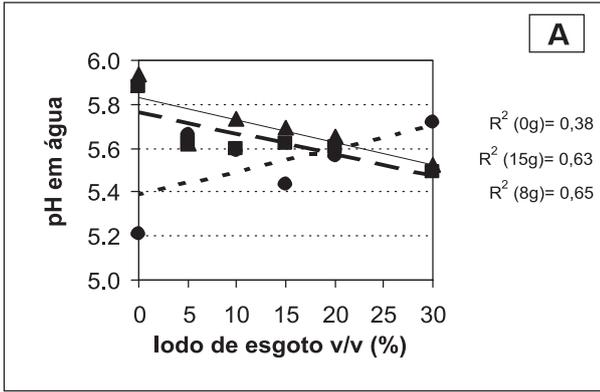


Fig. 4. Efeito do lodo de esgoto no pH do solo, 150 dias após o transplante, para os diferentes níveis de inóculo de *Phytophthora nicotianae* (0 -●-, 8 -■- e 15 -▲- g por vaso), em telado (A) e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).

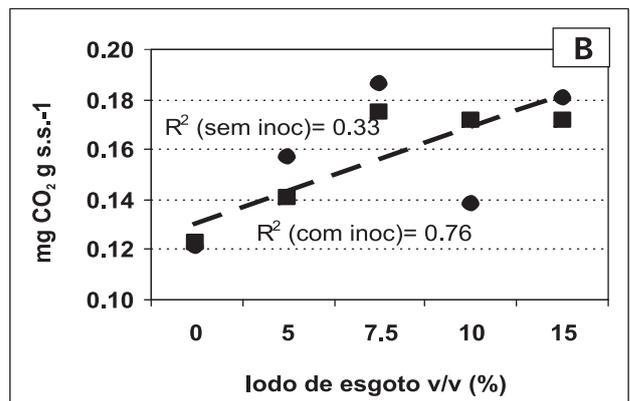
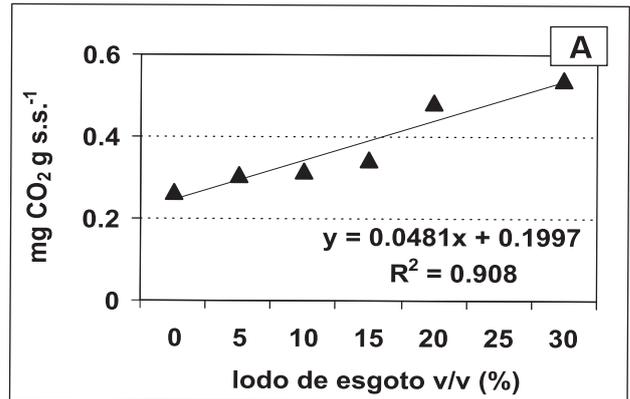


Fig. 6. Efeito do lodo de esgoto na atividade microbiana do solo, avaliada pela respiração microbiana (evolução de CO₂), 150 dias após o transplante de mudas de limão cravo, em telado (A) e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).

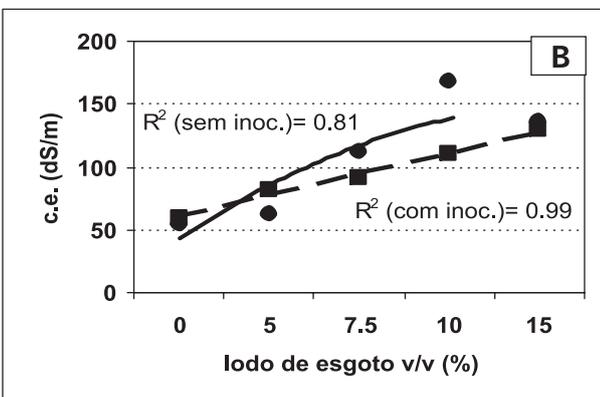
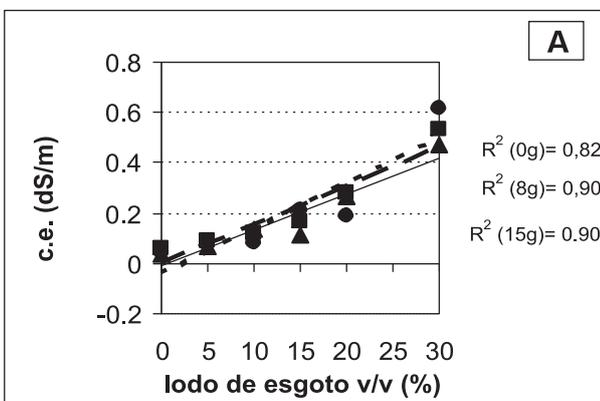


Fig. 5. Efeito do lodo de esgoto na condutividade elétrica do solo, 150 dias após o transplante, para os diferentes níveis de inóculo de *Phytophthora nicotianae* (0 -●-, 8 -■- e 15 -▲- g por vaso), em telado (A) e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).

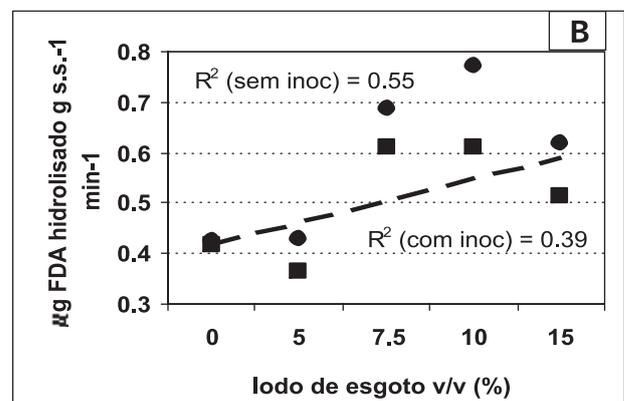
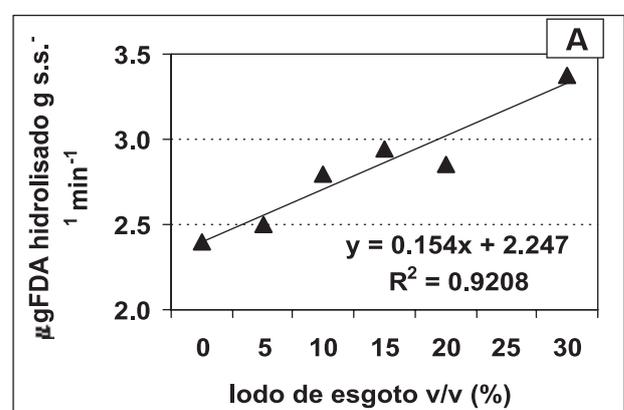


Fig. 7. Efeito do lodo de esgoto na atividade microbiana do solo, avaliada pela hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), 150 dias após o transplante de mudas de limão cravo, em telado (A) e no campo (B) (sem -●- e com -■- inóculo).

Efeito na supressividade do solo a *Phytophthora nicotianae*

A recuperação de *Phytophthora nicotianae* das plântulas e dos substratos foi inversamente proporcional às concentrações de lodo de esgoto (Fig. 8 e 9), o que significa que o lodo contribui para a indução de supressividade do solo ao patógeno.

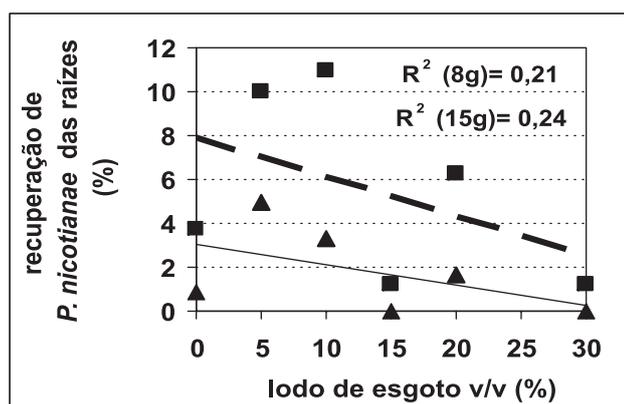


Fig. 8. Efeito do lodo de esgoto na recuperação de *Phytophthora nicotianae* em raízes de limão cravo (*Citrus limonia*), 150 dias após o transplante, para os diferentes níveis de inóculo do patógeno (8 ■ e 15 ▲ g por vaso), em telado.

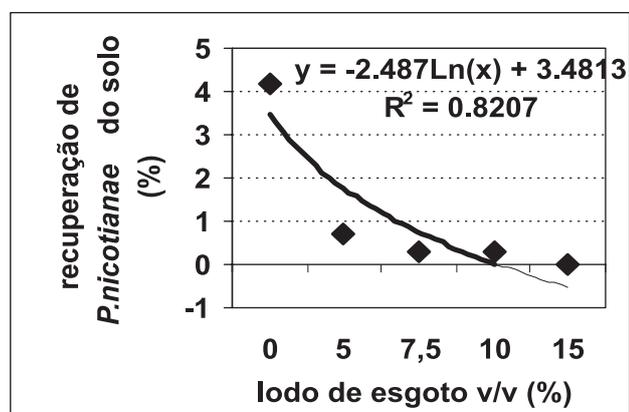


Fig. 9. Efeito do lodo de esgoto na recuperação de *Phytophthora nicotianae* no solo, 82 dias após o transplante de mudas de limão cravo (*Citrus limonia*), nas parcelas do experimento no campo.

Considerações finais

Nos experimentos realizados observou-se que a recuperação de *Phytophthora nicotianae* do solo e das raízes, em geral, foi menor quando as concentrações de lodo de esgoto aumentaram, sugerindo um efeito supressivo do lodo. Os processos envolvidos na supressividade do solo são complexos e incluem fatores bióticos e abióticos, alguns deles evidenciados no presente trabalho como as alterações nas propriedades químicas do solo (condutividade elétrica e pH), melhora nas condições para o desenvolvimento das mudas e aumento da atividade microbiana.

A condutividade elétrica aumentou como resposta ao incremento nas quantidades de lodo incorporadas ao substrato, entretanto os valores atingidos estão dentro dos recomendados para o uso agrícola (Widmer et al., 1998). Semelhantemente ao presente trabalho, Workneh et al. (1993) estabeleceram correlações negativas entre condutividade elétrica e presença de *Phytophthora parasitica* ou incidência da doença em plantas de tomateiro.

Nos experimentos em telado e campo, os valores de pH mostraram uma tendência de diminuir quando os níveis de lodo de esgoto aumentaram. Segundo Carmo (2001), a diminuição dos valores de pH na solução do solo deve-se à liberação de $N-NH_4^+$ durante o processo de mineralização do lodo no solo, e os altos teores de $N-NH_4^+$ podem indicar uma maior liberação de H^+ para o meio promovendo acidificação. Tsao (1959) observou que baixos teores de pH diminuíram a incidência da podridão de raízes em citros causada por *Phytophthora nicotiana*. Downer et al. (2001) sugerem que a supressividade a *Phytophthora cinnamomi* é favorecida por pH baixo, o qual favorece a ação de enzimas produzidas por antagonistas ao patógeno.

O lodo apresentou um efeito significativo e positivo no desenvolvimento das mudas. Esses resultados estão de acordo com diversos trabalhos que sugerem melhor desenvolvimento das plantas crescendo em solos com incorporação de matéria orgânica de diversas origens (Bettiol & Krünger, 1984; Kim et al., 1997; Pascual et al., 2000). Entre os fatores envolvidos, estão a melhoria da infiltração e drenagem do solo, favorecendo o desenvolvimento radicular e limitando a possibilidade de saturação do solo por excessos de água, e a uma melhor nutrição das plantas.

Com a incorporação de lodo de esgoto em concentrações de 30% (v/v) em base fresca, observou-se uma tendência de decréscimo no peso da matéria fresca da parte aérea e raízes (Fig.1), sugerindo um possível efeito de fitotoxidez como reportado por outros autores quando grandes volumes de matéria orgânica são incorporados ao solo e/ou quando esses não estão totalmente compostados (Aryantha et al., 2000; Casale et al., 1995; Widmer et al., 1998). Segundo Widmer et al. (1998), esse efeito negativo pode desaparecer com o passar do tempo, e num prazo maior estimular o desenvolvimento da cultura.

O aumento da atividade microbiana do solo é citado por vários autores como um dos principais fatores que podem explicar a supressividade a *Phytophthora nicotianae*, onde as comunidades microbianas estabeleceriam um controle biológico mediante os mecanismos clássicos descritos por Baker & Cook (1974): competição, antibiose, parasitismo e indução de resistência. O sucesso do controle da *Phytophthora* pela comunidade microbiana baseia-se, entre outros, em sua baixa capacidade saprofítica e competitiva.

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de lodo de esgoto pode ser utilizada em diferentes fases de desenvolvimento da cultura de citros, com efeitos no controle da doença e no desenvolvimento das plantas. Novos ensaios precisam ser realizados para verificar as conseqüências na produtividade da cultura.

A importância de estudos sobre a disposição do lodo de esgoto na agricultura vem aumentando consideravelmente no Brasil, pois são numerosas as cidades que estão tratando os esgotos e gerando lodo. Além disso, muitas cidades estão iniciando a construção das estações de tratamento, pois é essencial realizar a coleta e o tratamento dos esgotos para diminuir os problemas de saúde pública e poluição das águas. Esses resultados evidenciam o potencial de uso de lodo de esgoto na cultura de citros, assim como a necessidade de serem realizados estudos para outros patossistemas.

Referências bibliográficas

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. cap.18, p.281-312.

ARYANTHA, I.P.; CROSS, R.; GUEST, D.I. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. **Phytopathology**, v.90, n.7, p.775-782, 2000.

BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 433p.

BETTIOL, W.; KRÜGNER, T.L. Influência do lodo de esgoto na severidade da podridão de raiz do sorgo causada por *Pythium arrhenomanes*. **Summa Phytopathologica**, v.10, p.243-251, 1984.

CARMO, J.B. do. **Impacto da aplicação de biossólidos nas atividades microbianas do solo**. 2001. 105 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CASALE, W.L.; MINASSIAN, V.; MENGE, J.A.; LOVATT, C.J.; POND, E.; JOHNSON, E.; GUILLEMET, F. Urban and

agricultural wastes for use as mulches on avocado and citrus and for delivery of microbial biocontrol agents. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.2, p.315-352, 1995.

CETESB. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – Critérios para projeto e operação**: Manual técnico, norma P 4230, agosto, 1999. São Paulo: CETESB, 1999. 32p.

FEICHTENBERGER, E. Doenças incitadas por *Phytophthora* em citus. In: LUZ, E.D.M.N.; SANTOS, A.F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J.L. (Ed.). **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: Livraria Rural, 2001. p.283-342.

FERRIN, D.M.; KABASHIMA, J.N. *In vitro* insensitivity to metalaxyl of isolates of *Phytophthora citricola* and *P. parasitica* from ornamental hosts in southern California. **Plant Disease**, v.75, p.1041-1044, 1991.

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

PASCUAL, J.A.; HERNANDEZ, T.; GARCIA, C.; DE LEIJ, F.A.A.M.; LYNCH, J.M. Long-term suppression of *Pythium ultimum* in arid soil using fresh and composted municipal wastes. **Biology and Fertility of Soils**, v.30, p.478-484, 2000.

TIMMER, L. W.; GRAHAM, J. H.; ZITKO, S. E. Metalaxyl-resistant isolates of *Phytophthora parasitica*: occurrence, sensitivity, and competitive parasitic ability on citrus. **Plant Disease**, v.82, p.254-261, 1998.

TSAO, P.H. *Phytophthora* fibrous root rot of citrus affected by soil factors. **Phytopathology**, v. 49, p.553, 1959.

WIDMER, T.L.; GRAHAM, J.H.; MITCHELL, D.J. Composted municipal waste reduces infection of citrus seedlings by *Phytophthora parasitica*. **Plant Disease**, v.82, n.6, p.683-688, 1998.

WORKNEH, F.; VAN BRUGGEN, A.H.C.; DRINKWATER, L.E.; SHENNAN, C. Variables associates with corky root and *Phytophthora* root rot of tomatoes in organic and conventional farms. **Phytopathology**, v. 83, n.5, p.581-589, 1993.

Circular Técnica, 10

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5
Tanquinho Velho - Caixa Postal 69
Cep.13820-000 - Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867-8700
Fax: (19) 3867-8740
E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

1ª edição

Comitê de edição

Presidente: *Ladislau Araujo Skorupa*
Secretário-Executivo: *Sandro Freitas Nunes*
Membros: *Cláudio César de Almeida Buschinelli; Heloisa Ferreira Filizola; Manoel Dornelas de Souza; Maria Conceição Peres Young Pessoa; Marta Camargo de Assis; Osvaldo Machado R. Cabral*

Expediente

Normalização Bibliográfica: *Maria Amélia de Toledo*
Editoração Eletrônica: *Silvana Cristina Teixeira*