

CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* COM *Pochonia chlamydosporia* E ESTERCO BOVINO

CONTROL OF *Meloidogyne javanica* WITH *Pochonia chlamydosporia* AND COW MANURE

Júnia Caroline MACHADO¹; Bruno Sérgio VIEIRA²; Everaldo Antônio LOPES³; Ellen Júnia CANEDO¹

1. Graduanda em Agronomia, Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias, Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, Patos de Minas, MG, Brasil; 2. Professor Adjunto da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo, MG, Brasil. brunovieira@iciag.ufu.br; 3. Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG.

RESUMO: A aplicação conjunta de agentes de controle biológico e matéria orgânica pode potencializar o controle do nematoide das galhas em hortaliças. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de *Pochonia chlamydosporia* (Hypocreales: Clavicipitaceae) (PC) e esterco bovino na redução populacional de *Meloidogyne javanica* (Tylenchida: Heteroderidae) em tomateiro. Os tratamentos foram constituídos da incorporação ao solo de 20g de canjiquinha colonizada pelo fungo (PC), 20g de canjiquinha não-colonizada (CNC), 70g de esterco bovino + 20g de canjiquinha colonizada (EBPC) e apenas 70g de esterco bovino (EB). Ao solo de cada vaso foi adicionado o respectivo tratamento e 5.000 ovos de *M. javanica*, seguido pelo transplantio das mudas. A incorporação ao solo de EBPC, seguido de EB, aumentou a biomassa da parte aérea e das raízes de tomateiros. A maior redução no número de galhas e de ovos de *M. javanica* foi observada após a aplicação de EB, seguido por EBPC. Não houve diferença significativa na aplicação apenas do fungo em relação à testemunha considerando a avaliação do número de galhas e de ovos.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. Matéria orgânica. *Solanum lycopersicum*.

INTRODUÇÃO

Os nematoides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) são amplamente distribuídos em todo o país e estão entre os principais problemas fitossanitários em diversas culturas de importância econômica, a exemplo do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (FERRAZ et al., 2010).

As medidas tradicionalmente recomendadas para o controle de fitonematoides são a rotação de culturas, o uso de genótipos resistentes e a aplicação de nematicidas. Entretanto, poucos cultivares de tomateiros de crescimento determinado resistentes aos nematoides das galhas estão disponíveis no mercado e as opções de rotação de culturas para nematoides polífagos, como *Meloidogyne* spp., são escassas. Além disso, restrições ambientais, toxicológicas e financeiras limitam o uso de nematicidas (NICO et al., 2004). Assim, a adoção de métodos sustentáveis de manejo de nematoides tem ganhado espaço em todo o mundo, a exemplo do controle biológico e a incorporação de matéria orgânica ao solo (FERRAZ et al., 2010).

O fungo nematófago *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams (Hypocreales: Clavicipitaceae) tem sido um dos principais antagonistas utilizados em programas de controle biológico do nematoide das galhas (HIDALGO-DIAZ et al., 2000; LOPES et al., 2007;

DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2012; WARD et al., 2012). A eficiência demonstrada pelo microrganismo motivou inclusive o desenvolvimento de formulações comerciais no Brasil, Cuba e Portugal (FERRAZ et al., 2010). O fungo coloniza ovos e fêmeas de nematoides endoparasitos sedentários pertencentes aos gêneros *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Globodera* (Tylenchida: Heteroderidae), reduzindo assim o inóculo inicial desses patógenos no solo (WARD et al., 2012).

A incorporação de matéria orgânica ao solo, além do próprio potencial nematicida de alguns resíduos (AKHTAR; MALIK, 2000; LOPES et al., 2011), pode contribuir para o estabelecimento de agentes de controle biológico no solo, a exemplo de *P. chlamydosporia*. Assim, a aplicação desse antagonista e de esterco bovino curtido, por exemplo, poderia representar uma opção para o controle dos nematoides das galhas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação conjunta ou isolada de *P. chlamydosporia* e esterco bovino curtido no controle de *M. javanica* em tomateiros cultivados em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia e em

casa de vegetação da Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM em Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil.

O inóculo de *M. javanica* foi constituído de ovos obtidos de populações puras coletadas de raízes de tomateiros ‘Santa Clara’ mantidos em casa de vegetação. Os ovos foram extraídos pela técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981).

O isolado de *P. chlamydosporia* utilizado no experimento foi obtido a partir do plaqueamento de amostras de solo originárias de uma área de cultivo de olerícolas localizada no município de Patos de Minas. Inicialmente, o solo foi diluído serialmente em água e 0,5 mL da suspensão de cada diluição foi distribuído em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio semi-seletivo (GASPARD et al., 1990). A seguir, as placas foram armazenadas a 25 °C por 7-15 dias, até que colônias presumidamente de *P. chlamydosporia* fossem formadas e, por fim, repicadas para placas contendo meio de cultura CMA (‘corn meal agar’). O antagonista foi preservado por meio da técnica de conservação em tiras de papel-filtro mantidas em recipientes de vidro contendo sílica-gel e armazenados em geladeira a 4 °C (SMITH; ONIONS, 1983).

Para a produção do inóculo, o fungo foi cultivado em meio de cultura CMA por 15 dias a 25 °C no escuro, após plaqueamento de tiras de papel-filtro contendo o fungo sobre o meio de cultura. A produção massal do fungo foi realizada seguindo o procedimento descrito por Dalla Pria & Ferraz (1996). Oitenta gramas de milho triturado (canjiquinha) foram colocados em frascos erlenmeyers de 500 mL, e, após 20 minutos de embebição, o excesso de água foi descartado e os recipientes foram autoclavados por 20 minutos a 120 °C. Cada frasco, após atingir a temperatura ambiente, recebeu dois discos de micélio de 9 mm de diâmetro da cultura fúngica em CMA e, em seguida, foram mantidos por 15 dias no escuro a 25 °C em câmara de crescimento.

Na implantação do experimento, vasos plásticos com capacidade de 2 L foram preenchidos com mistura de solo e areia, na proporção 1:1 (v:v), previamente autoclavados (120 °C/ 1 h). Esse substrato foi então umedecido até aproximadamente 60% da capacidade de campo e o solo de cada vaso foi infestado com 5.000 ovos de *M. javanica*. Em seguida, foram constituídos os seguintes tratamentos: 1) incorporação ao solo de 20 g de canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia* (PC); 2) incorporação ao solo de 20 g de canjiquinha não colonizada (CNC); 3) incorporação ao solo de 70 g

de esterco curtido + 20 g de canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia* (EBPC); 4) incorporação de 70 g de esterco curtido (EB); 5) testemunha - solo infestado por *M. javanica* (TMJ); 6) testemunha - solo não infestado (T0).

Após sete dias, uma muda de tomateiro Santa Clara de três semanas de idade foi transplantada em cada vaso. A massa das raízes e da parte aérea das plantas e os números de galhas e ovos foram avaliados 45 dias após o transplante das mudas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do pacote estatístico “Statistica” (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incorporação ao solo de esterco bovino com ou sem canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia* aumentou a massa da parte aérea e de raízes de tomateiro em comparação com as testemunhas cultivadas em solo infestado ou isento de *M. javanica* (Figura 1). A maior produção de biomassa ocorreu quando o fungo foi aplicado conjuntamente com o esterco, com evidente efeito sinérgico no aumento da massa das raízes quando comparado com a aplicação isolada do material orgânico ou do antagonista. Por outro lado, apenas a aplicação do fungo ao solo não alterou a biomassa da parte aérea e das raízes das plantas, quando comparado com as testemunhas (Figura 1). O esterco bovino é um fertilizante orgânico capaz de fornecer nutrientes para as plantas e, com isso, estimular o crescimento vegetativo de culturas agrícolas (KIEHL, 1985). Tal propriedade justifica a ação isolada deste material orgânico no aumento da biomassa do tomateiro. Em experimentos anteriores envolvendo a aplicação de esterco bovino isoladamente ou em conjunto com *Paecilomyces lilacinus* (Eurotiales: Trichocomaceae) (MACHADO et al., 2010), foram observados resultados similares ao do presente trabalho. No referido estudo, a aplicação de *P. lilacinus* + esterco bovino também aumentou a massa das raízes em comparação com a testemunha, embora não tenha diferido da aplicação isolada do resíduo animal. O efeito sinérgico da combinação *P. chlamydosporia* + esterco bovino pode ser explicado pela habilidade do fungo em colonizar matéria orgânica, aumentando a sua biomassa e, além disso,

promovendo o crescimento de plantas (DALLEMOLE-GIARETTA, 2008).

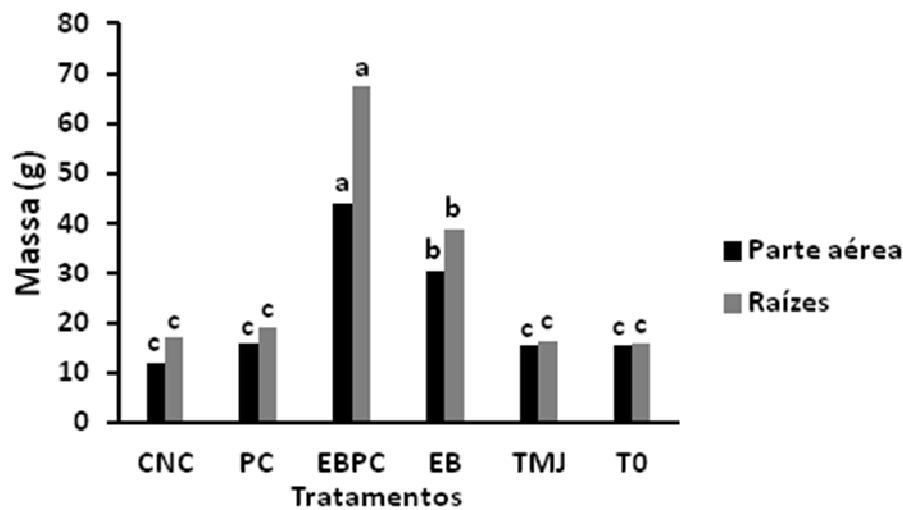


Figura 01. Efeito da incorporação ao solo de canjiquinha colonizada por *Pochonia chlamydosporia* (Hypocreales: Clavicipitaceae) e, ou esterco bovino curtido sobre a massa fresca da parte aérea e de raízes de tomateiros cultivados em solo infestado com *Meloidogyne javanica* (Tylenchida: Heteroderidae) aos 45 dias após o transplântio das mudas. CNC = canjiquinha não colonizada. PC = canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EBPC = esterco bovino + canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EB = esterco bovino; TMJ = testemunha – solo infestado por *M. javanica*; T0 = testemunha – solo não infestado por *M. javanica*. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os números de galhas e de ovos de *M. javanica* foram significativamente menores em raízes de plantas cultivadas em solos contendo esterco bovino, seguido pela aplicação conjunta desse material orgânico e do fungo (Figuras 2 e 3). A incorporação ao solo de canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia* não diferiu da testemunha para nenhuma variável nematológica analisada. Desta forma, pode-se inferir que a ação supressora da combinação fungo-resíduo animal deve-se principalmente ao efeito do esterco bovino, tal como foi relatado por Machado et al. (2010). A incorporação de matéria orgânica ao solo com o objetivo de controlar nematoides é uma prática de notória eficiência e muito explorada por agricultores e pesquisadores (AKHTAR; MALIK, 2000; NICO et al., 2004; LOPES et al., 2009; FERRAZ et al., 2010). O mecanismo de ação da matéria orgânica na supressão de fitonematoides tem sido atribuído, muitas vezes, à melhoria da estrutura dos solos, incluindo mudanças no pH, umidade e em propriedades químicas e físicas do solo, aumentando a capacidade de retenção de água, e melhorando a nutrição da planta por meio de liberação de nutrientes (AKHTAR; MALIK, 2000; FERRAZ et al., 2010). Adicionalmente, o aumento da população de microrganismos antagonistas dos nematoides ou

a liberação de metabólitos nematotóxicos, resultado da decomposição da matéria orgânica, a exemplo de compostos fenólicos, amônia e nitrito, são fatores que contribuem para a redução de nematoides no solo. Alguns destes compostos, a exemplo dos ácidos húmicos, podem agir diretamente reduzindo a eclosão de juvenis de segundo estágio do nematoide das galhas (DIAS et al., 1999).

A eficiência de *P. chlamydosporia* em parasitar os ovos ainda no solo, reduzindo o número de nematoides que irão penetrar nas raízes do hospedeiro e, conseqüentemente, o número de galhas, está relacionada com a temperatura e o estágio de desenvolvimento do embrião dentro do ovo (LOPES et al., 2007). Em geral, o fungo coloniza os ovos na fase de multiplicação celular e desenvolvimento embrionário mais rapidamente que os ovos com juvenis. Além disso, os juvenis de segundo estágio escapam à infecção a temperaturas próximas de 30 °C, porque eclodem antes que a massa de ovos ou os ovos no solo sejam colonizados e os nematoides móveis não são parasitados pelo fungo (KERRY; BOURNE, 2002; DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2008). Considerando as condições de temperatura observadas ao longo da pesquisa, é possível que tal evento tenha ocorrido,

reduzindo assim o potencial do fungo em colonizar os ovos do nematoide no solo.

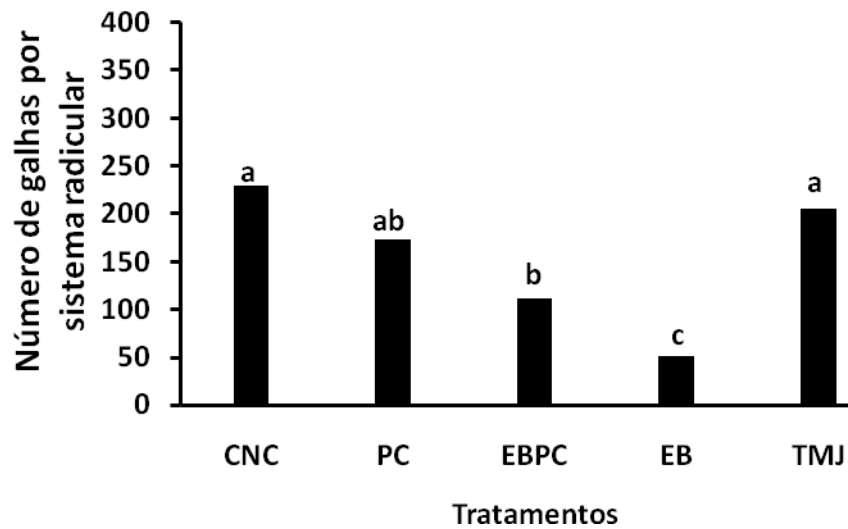


Figura 02. Efeito da incorporação ao solo de canjiquinha colonizada por *Pochonia chlamydosporia* (Hypocreales: Clavicipitaceae) e, ou esterco bovino curtido sobre o número de galhas induzidas por *Meloidogyne javanica* (Tylenchida: Heteroderidae) em raízes de tomateiros aos 45 dias após o transplante das mudas. CNC = canjiquinha não colonizada. PC = canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EBPC = esterco bovino + canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EB = esterco bovino; TMJ = testemunha – solo infestado por *M. javanica*. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

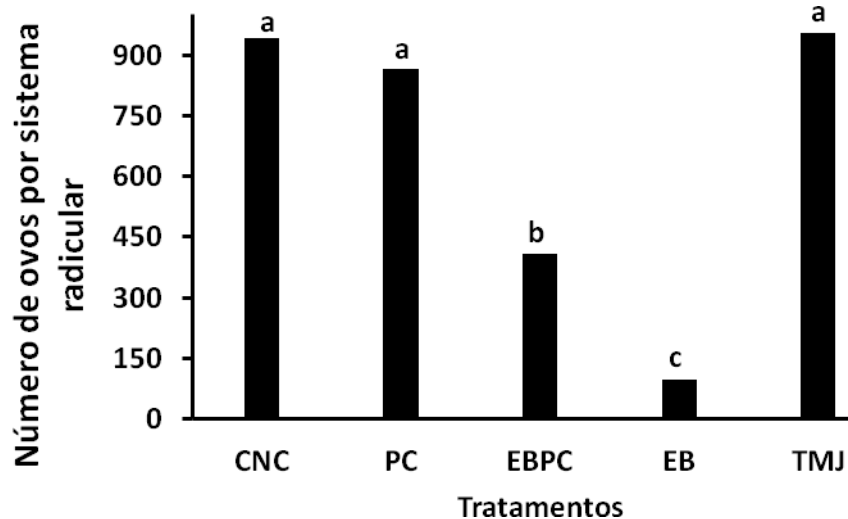


Figura 03. Efeito da incorporação ao solo de canjiquinha colonizada por *Pochonia chlamydosporia* (Hypocreales: Clavicipitaceae) e, ou esterco bovino curtido sobre o número de galhas induzidas por *Meloidogyne javanica* (Tylenchida: Heteroderidae) em raízes de tomateiros aos 45 dias após o transplante das mudas. CNC = canjiquinha não colonizada. PC = canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EBPC = esterco bovino + canjiquinha colonizada por *P. chlamydosporia*; EB = esterco bovino; TMJ = testemunha – solo infestado por *M. javanica*. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No entanto, era esperado que o fungo fosse eficiente em reduzir o número de ovos do

nematoide, mesmo quando aplicado isoladamente. A habilidade de *P. chlamydosporia* em colonizar

ovos e fêmeas de nematoides geralmente varia em função de isolados do fungo (HIDALGO-DIAZ et al., 2000; OLIVARES-BERNABEU; LOPEZ-LLOORCA, 2002; LOPES et al., 2007; DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2012), em razão das diferenças na capacidade saprofítica e de estabelecimento no solo, além da produção de quitinases responsáveis pela degradação dos ovos do patógeno (WARD et al., 2012). Assim, é possível que o isolado estudado não seja tão eficiente na colonização de ovos de *M. javanica* em condições mais próximas à realidade de cultivo no campo, ao contrário da eficiência demonstrada em parasitar ovos do patógeno em condições 'in vitro' (dados não publicados).

Desta forma, torna-se necessário realizar novos isolamentos com o objetivo de obter um universo maior de isolados e avaliá-los diretamente em condições de casa de vegetação, para que o real potencial dos isolados seja conhecido. O estudo da aplicação de diferentes doses de esterco curtido no campo também deve ser realizado, principalmente visando aplicar quantidades menores de matéria orgânica. Se considerarmos a aplicação em área total e com incorporação a 20 cm de profundidade, a dose de 70 g por vaso (2 kg de solo) representaria 70 toneladas por hectare. No manejo de nematoides é possível a aplicação de determinadas medidas de controle apenas em reboleiras, com áreas inferiores a um hectare, demandando menores quantidades

totais de matéria orgânica a serem aplicadas ao solo. Contudo, ainda assim tais volumes de resíduo orgânico são elevados, justificando novas investigações.

CONCLUSÕES

A incorporação ao solo de esterco bovino com ou sem canjiquinha colonizada com *P. chlamydosporia* aumentou significativamente a massa da parte aérea e das raízes de tomateiro, mesmo em parcelas infestadas por *M. javanica*.

A maior redução no número de galhas e de ovos de *M. javanica* foi observada após a aplicação de esterco bovino, seguido pela incorporação conjunta desse material orgânico com *P. chlamydosporia*. Não houve diferença significativa na aplicação apenas do fungo em relação à testemunha considerando a avaliação do número de galhas e de ovos.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) pela concessão de bolsa de iniciação científica à primeira autora, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro ao trabalho e à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE) pela bolsa de pesquisa concedida ao terceiro autor.

ABSTRACT: Concomitant application of biological control agents and organic amendment can enhance the control of the root-knot nematode on vegetables. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of the application of *Pochonia chlamydosporia* (Hypocreales: Clavicipitaceae) (PC) and cow manure on the reduction of the *Meloidogyne javanica* (Tylenchida: Heteroderidae) on tomato. The treatments were: 20 g of milled corn colonized by the fungus (PC), 20 g of non-colonized milled corn (NCMC), 70g of cow manure + 20g of PC-colonized milled corn (CMPC) and 70g of cow manure alone (CM). Into the soil of each pot was added the respective treatment and 5,000 eggs of *M. incognita* and *M. javanica*, separately, followed by the transplanting of the seedlings. Soil amendment with CMPC, followed by CM, increased the tomato aboveground and root system biomass. Highest reduction on the number of galls and eggs was observed after soil amendment with CM, followed by CMPC. No significant reduction on the number of galls and eggs was observed by the application of PC.

KEYWORDS: Biological control. Organic amendment. *Solanum lycopersicum*.

REFERÊNCIAS

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 35-47, 2000.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 553, 1981 (Resumo).

- DALLA PRIA, M.; FERRAZ, S. Controle biológico de *Meloidogyne incognita*, raça 3, por seis espécies de *Monacrosporium*, isoladas ou combinadas com *Verticillium chlamydosporium*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 30-34, 1996.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R. **Isolamento, identificação e avaliação de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica* e na promoção de crescimento de tomateiro**, 2008. 86f. (Tese de doutorado – Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; FERRAZ, S.; NEVES, W. S.; LOPES, E. A.; COUTINHO, M. M. Efeito da concentração de clamidósporos de *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 4, p. 327-332, 2008.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; PEREIRA, O. L.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S. Screening of *Pochonia chlamydosporia* Brazilian isolates as biocontrol agents of *Meloidogyne javanica*. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 102-107, 2012.
- DIAS, C. R.; RIBEIRO, R. C. F.; FERRAZ, S.; VIDA, J. B. Efeitos de frações de esterco bovino na eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p. 34-39, 1999.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**, 1 ed., Viçosa: Editora UFV, 2010. 306 p.
- GASPARD, J. T.; JAFFEE, B. A.; FERRIS, H. Association of *Verticillium chlamydosporium* and *Paecilomyces lilacinus* with root-knot nematode infested soil. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 22, n. 2, p. 207-221, 1990.
- HIDALGO-DÍAZ, L.; BOURNE, J. M.; KERRY, B. R.; RODRÍGUEZ, M. G. Nematophagous *Verticillium* spp. in soils infested with *Meloidogyne* spp. in Cuba: isolation and screening. **International Journal of Pest Management**, London, v. 46, n. 4, p. 277-284, 2000.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Saint Paul, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973.
- KERRY, B. R.; BOURNE, J. M. **A manual for research on *Verticillium chlamydosporium*, a potential biological control agent for root-knot nematodes**. Gent: International Organization for Biological and Integrated Control for Noxious Animals and Plants, 2002. 84 p.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; DHINGRA, O. D.; FERREIRA, P. A.; FREITAS, L. G. Soil amendment with castor bean olicake and jack bean seed powder to control *Meloidogyne javanica* on tomato roots. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p.106-109, 2009.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FERREIRA, P. A.; FREITAS, L. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R. Soil amendment with chopped or ground dry leaves of six species of plants for the control of *Meloidogyne javanica* in tomato under greenhouse conditions. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p.935-938, 2011.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FERREIRA, P. A.; FREITAS, L. G.; DHINGRA, O. D.; GARDIANO, C. G.; CARVALHO, S. L. Potencial de isolados de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p.78-84, 2007.
- MACHADO, J. C.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; CANEDO, E. J. *Paecilomyces lilacinus* e esterco bovino para o controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro e alface. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 34, n. 4, p. 231-235, 2010.

NICO, A. I.; JIMÉNEZ-DIAZ, R. M.; CASTILLO, P. Control of root-knot nematodes by composted agro-industrial wastes in potting mixtures. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 581-587, 2004.

OLIVARES-BERNABEU, C. M.; LOPEZ-LLORCA, L. V. Fungal egg-parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. **Revista Iberoamericana de Micología**, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 104-110, 2002.

SMITH, D.; ORIONS, A. H. S. **The preservation and maintenance of living fungi in soil**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1983. 51 p.

STATSOFT. **Statistica for Windows**. Versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc., 2004.

WARD, E.; KERRY, B. R.; MANZANILLA-LÓPEZ, R. H.; MUTUA, G.; DEVONSHIRE, J.; KIMENJU, J.; HIRSCH, P. R. The *Pochonia chlamydosporia* serine protease Gene *vcp1* is subject to regulation by carbon, nitrogen and pH: Implications for nematode biocontrol. **PLOS One**, San Francisco, v. 7, n. 4, p. e35657, 2012.