EVERALDO ANTÔNIO LOPES

FORMULAÇÃO DE CONDICIONADORES DE SOLO COM PROPRIEDADES NEMATICIDAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UFV

T
L864f
2007

Lopes, Everaldo Antônio, 1979-
Formulação de condicionadores de solo com propriedades nematicidas / Everaldo Antônio Lopes. – Viçosa, MG , 2007.
xi, 99f. : il. ; 29cm.

Orientador: Silamar Ferraz.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Nematóide-das-galhas - Controle. 2. *Meloidogyne javanica.* 3. Resíduos agrícolas. 4. Pragas agrícolas - Controle biológico. 5. Solos - Condicionadores. I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 632.6257

EVERALDO ANTÔNIO LOPES

FORMULAÇÃO DE CONDICIONADORES DE SOLO COM PROPRIEDADES NEMATICIDAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 10 de abril de 2007.

Prof. Onkar Dev Dhingra
(Co-Orientador)

Prof. Leandro Grassi de Freitas
(Co-Orientador)

Dr. Trazilbo José de Paula Júnior

Prof. Maurício Dutra Costa

Prof. Silamar Ferraz
(Orientador)

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade.”

Albert Einstein

A Deus, acima de tudo e de todos,
Aos meus pais JOÃO e EUNICE,
Aos meus irmãos, EVALDO e EUZÉBIO,
À minha namorada LUCIANA,
Ao meu sobrinho THALES,
Aos meus amigos,
Dedico!!!

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante o curso.

Ao professor Silamar Ferraz, pela orientação, pelos vastos ensinamentos transmitidos (pessoais e profissionais), pelo respeito e pela paciência durante todos estes anos, desde a iniciação científica.

Aos professores Leandro Grassi de Freitas e Onkar Dev Dhingra, pela colaboração, críticas e enriquecedoras sugestões.

Ao Dr. Trazilbo José de Paula Júnior e ao professor Maurício Dutra Costa, pela colaboração, críticas e sugestões visando ao aperfeiçoamento do manuscrito.

Aos professores do Departamento de Fitopatologia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos amigos e colegas do laboratório de nematologia Wânia, Marcelo, Cléia, Fábio, Rosângela, Ronaldo, Guilherme, Vanessa e Márcio pelo convívio, pela amizade, pelas colaborações e pelas alegrias, no trabalho ou nas festas do laboratório. E um agradecimento especial ao Paulo Afonso, Sílvia e Deisy por toda ajuda que me deram sempre que precisei.

Aos funcionários das casas de vegetação pelos serviços prestados.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, em especial ao Délio, por todas as informações e pela gentileza com que sempre me trataram.

Aos meus colegas do Departamento (seria difícil citar todos!) pela amizade, apoio e pelos momentos de alegria vividos.

Aos meus pais João Lopes Dias e Eunice Lopes Duarte, pelo amor, carinho, compreensão, e apoio incondicional.

Aos meus irmãos Evaldo e Euzébio, pelo apoio, amizade e pelo alegre convívio.

À minha namorada Luciana, pelo carinho e por toda compreensão (mais uma vez!).

A todos os meus amigos, em São Cândido, Viçosa, Canaã ou espalhados pelo mundo.

A todos os mestres que contribuíram para a minha educação até aqui.

A todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram por mais este êxito, o meu humilde MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

EVERALDO ANTÔNIO LOPES, filho de João Lopes Dias e Eunice Lopes Duarte, nasceu em 05 de julho de 1979, em Viçosa, Minas Gerais.

Em maio de 2002, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em maio de 2002, iniciou o Curso de Mestrado em Fitopatologia na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 2004.

Em março de 2004, iniciou o curso de Doutorado em Fitopatologia nessa mesma Universidade.

SUMÁRIO

RESUMO..... viii
ABSTRACT x
INTRODUÇÃO GERAL 1
LITERATURA CITADA 7

ARTIGO 1
CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* ATRAVÉS DA INCORPORAÇÃO AO SOLO DAS FOLHAS SECAS DE ONZE ESPÉCIES DE PLANTAS.
RESUMO 12
SUMMARY 14
INTRODUÇÃO 15
MATERIAL E MÉTODOS 16
RESULTADOS E DISCUSSÃO 18
LITERATURA CITADA 25

ARTIGO 2
EFEITO DA INCORPORAÇÃO AO SOLO DE BAGAÇO DE CANA, CASCAS DE CAFÉ, TORTA DE MAMONA E DE SEMENTES DE FEIJÃO-DE-PORCO SOBRE *Meloidogyne javanica*.
RESUMO 32
SUMMARY 33
INTRODUÇÃO 34
MATERIAL E MÉTODOS 36
RESULTADOS E DISCUSSÃO 38
LITERATURA CITADA 41

ARTIGO 3

POTENCIAL DE ISOLADOS DE FUNGOS NEMATÓFAGOS NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica.*

RESUMO **48**

SUMMARY **49**

INTRODUÇÃO **50**

MATERIAL E MÉTODOS **52**

RESULTADOS E DISCUSSÃO **55**

LITERATURA CITADA **61**

ARTIGO 4

FORMULAÇÃO DE CONDICIONADORES DE SOLO PARA O CONTROLE DE *Meloidogyne javanica.*

RESUMO **69**

SUMMARY **71**

INTRODUÇÃO **73**

MATERIAL E MÉTODOS **75**

RESULTADOS E DISCUSSÃO **84**

LITERATURA CITADA **91**

CONCLUSÕES GERAIS **99**

RESUMO

LOPES, Everaldo Antônio, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007. **Formulação de condicionadores de solo com propriedades nematicidas**. Orientador: Silamar Ferraz. Co-Orientadores: Leandro Grassi de Freitas e Onkar Dev Dhingra.

A combinação de fontes de matéria orgânica e agentes de controle biológico pode ser uma alternativa para a formulação de condicionadores de solo com propriedades nematicidas. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos: a) estudar o efeito de diferentes fontes de matéria orgânica no controle de *Meloidogyne javanica;* b) avaliar o potencial de fungos nematófagos como agentes de controle biológico; c) verificar o efeito de potenciais condicionadores de solo sobre *M. javanica.* A adição ao solo dos resíduos de assa-peixe branco (*Vernonia polyanthes*), algodão-de-seda (*Calotropis procera*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), mamona (*Ricinus communis*), mangueira (*Mangifera indica*), nim (*Azadirachta indica*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ou falso-boldo (*Plectranthus barbatus*), na proporção de 5 g/kg de solo, reduziu o número de galhas de *M. javanica*. O número de ovos foi reduzido pelos materiais vegetais de nim, mamona, capim-cidreira, algodão-de-seda, crotalária e falso-boldo. Em outro experimento, foi observada a redução nos números de galhas e de ovos nas parcelas tratadas com as sementes trituradas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), nas proporções de 0,5% e 1% (p/p). Além disso, a adição de torta de mamona reduziu o número de galhas, quando aplicada na proporção de 1%. Dez isolados de fungos nematófagos (*Pochonia*

chlamydosporia, *Arthrobotrys* spp. e *Monacrosporium thaumasium*) foram estudados quanto ao seu potencial no controle de *M. javanica.* Apenas os isolados I-28, I-29 e I-30 de *P. chlamydosporia* controlaram o nematóide, reduzindo o número de ovos de 75 a 86%. Por fim, foi estudado o efeito de oito potenciais condicionadores de solo para o controle de *M. javanica.* Foram aplicados 60 g de condicionador por vaso de 2 L. No primeiro experimento, todos os condicionadores, exceto a mistura de cascas de café e torta de mamona (1A), reduziram o número de galhas e de ovos, especialmente a mistura de cascas de café, torta de mamona, folhas de mamona e falso-boldo, sementes trituradas de feijão-de-porco e *P. chlamydosporia* (1D) e a mistura de fibra de coco, torta de mamona, folhas de mamona e falso-boldo, sementes trituradas de feijão-de-porco e *P. chlamydosporia* (2D). No segundo experimento, os condicionadores estudados foram o 1A e 2A (fibra de coco e torta de mamona), além do 1D e 2D, semelhantes aos do experimento anterior, porém incrementados com *B. cereus*. Com exceção da utilização do condicionador 2A, o número de galhas foi reduzido pela aplicação dos outros condicionadores, principalmente o 1D e 2D. O número de ovos de *M. javanica* foi reduzido nas parcelas tratadas com todas as formulações, em especial por 1A, 1D e 2D. Em função dos resultados obtidos, conclui-se que os condicionadores 1D e 2D foram os mais eficientes no controle de *M. javanica,* especialmente o primeiro. Portanto, eles devem ser mais bem estudados no futuro, variando a formulação e avaliando seus efeitos sobre outras espécies de nematóides e sobre as características físico-químicas de solos naturais.

ABSTRACT

LOPES, Everaldo Antônio, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2007. **Formulation of soil conditioners with nematicidal properties.** Adviser: Silamar Ferraz. Co-Advisers: Leandro Grassi de Freitas and Onkar Dev Dhingra.

The combination of different organic amendments and biocontrol agents can be an alternative to formulate soil conditioners with nematicidal properties. Therefore, the objectives of this research were: a) to study the effect of different organic amendments to control of *Meloidogyne javanica*; b) to evaluate the potential of nematophagous fungal isolates as biocontrol agents and c) to evaluate the effect of soil conditioners on *M. javanica*. Soil amendment with ground dried leaves of *Vernonia polyanthes, Calotropis procera*, *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Ricinus communis*, *Mangifera indica*, *Azadirachta indica*, *Crotalaria spectabilis* or *Plectranthus barbatus*, at the rate of 5 g/kg of soil, reduced the number of galls of *M. javanica* in tomato root. The egg number was reduced by the amendments with *A. indica*, *R. communis*, *C. citratus*, *C. procera*, *C. spectabilis* and *P. barbatus.* In other experiment, the egg and gall number was reduced by amendment with 0,5 or 1% w/w of ground seeds of *Canavalia ensiformis*, while the amendment with 1% castorbean cake reduced the number of galls. Ten isolates of nematophagous fungi (*Arthrobotrys*, *Monacrosporium* and *Pochonia*) were studied for their potential to control of *M. javanica*. Only the isolates I-28, I-29 and I-30 of *P. chlamydosporia* controlled the nematode, reducing the egg number by 75 to 86%. Finally, the effect of eight potential soil conditioners was studied to control of *M.*

javanica. The conditioners were applied at the rate 30 g/liter soil in 2 L pots. In the first experiment, all the soil conditioners, except the one prepared by mixing of coffee husks and castorbean cake (1A), reduced the number of galls and eggs, with those prepared by mixing of coffee husks, castorbean cake, castor and coleus (*P. barbatus*) leaves, ground seeds of *C. ensiformis* and *P. chlamydosporia* (1D), and those containing coconut fiber, castorbean cake, castor and coleus leaves, ground seeds of *C. ensiformis* and *P. chlamydosporia* (2D). In the second experiment, the soil conditioners 1A and 2A (coffee husks and castorbean cake), were compared with the 1D and 2D, however, a talc-based formulation of *Bacillus cereus* was also added. Except the soil conditioner 2A, the gall and egg number were reduced by other formulations, especially 1D and 2D. The results showed that the soils conditioners 1D and 2D, especially the former, were the most efficient to control of *M. javanica*, and require detailed studies in the future, to determine proportions the constituents of the formulation and their effects on other nematode species, and on the physical and chemical characteristics of natural soils.

INTRODUÇÃO GERAL

Os fitonematóides representam um sério problema para a agricultura mundial, principalmente aqueles pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, também conhecido como nematóide-das-galhas. No Brasil, como em outras partes do mundo, os nematóides-das-galhas têm sido encontrados associados a culturas de grande importância econômica, tornando-se fator limitante à produção de algumas delas, como algodão, batata, café, cana-de-açúcar, cenoura, fumo, soja, tomate, dentre outras (Lordello, 1982). A falta de conhecimento por parte dos agricultores sobre a sua presença nos cultivos, assim como sua eficiente adaptação evolucionária como parasita, favorecem ainda mais seu potencial de dano (Ferraz & Santos, 1995).

O controle de nematóides é uma prática cara e difícil. O princípio da exclusão é o mais importante quando se pensa no controle do patógeno, ou seja, o agricultor deve evitar o estabelecimento deste organismo em local onde ele não ocorra. A partir do momento que a área foi infestada, a erradicação torna-se praticamente impossível e as medidas de controle que serão adotadas visarão apenas à redução na população dos nematóides no solo (Ferraz *et al.*, 2001).

Na redução da densidade populacional desses fitopatógenos, algumas medidas são adotadas como o controle químico, a rotação de culturas e o uso de variedades resistentes. O uso de variedades resistentes, embora seja o método ideal de controle de doenças, nem sempre é possível, pois depende da disponibilidade de genótipos que combinem características de resistência com qualidades agronômicas. Além disso, a maioria das variedades é restrita a

determinadas regiões, em função do clima e do solo e são sujeitas à perda da resistência em condições de temperatura do solo próximas a 30 °C, temperaturas comumente atingidas em solos de regiões tropicais (Dropkin, 1969; Freitas *et al*., 1999; Ferraz *et al*., 2001). A rotação de culturas, embora seja desejável, normalmente é dificultada por fatores econômicos, em razão da tendência à monocultura. Além disso, as principais espécies do gênero *Meloidogyne* apresentam ampla gama de hospedeiros, dificultando a adoção deste sistema (Johnson, 1985). O controle químico, baseado no uso de nematicidas, tem tido espaço limitado na agricultura mundial, principalmente a partir da década de 80, com a retirada de vários produtos do mercado, devido à sua persistência no solo, à contaminação dos lençóis freáticos e dos efeitos prejudiciais aos seres humanos e à fauna do planeta. Somam-se a estes fatores os altos custos e a eficiência temporária de alguns produtos (Jatala, 1986; Stirling, 1991; Kerry, 2001).

Vislumbrando novas táticas de controle dos nematóides, em função da crescente pressão pública por uma agricultura que cause menos impactos ambientais, métodos alternativos têm sido estudados para o manejo destes fitopatógenos, como o controle biológico e a incorporação ao solo de matéria orgânica.

Dentre os diversos inimigos naturais dos nematóides comumente encontrados nos solos, os que apresentam maior potencial como agente de controle biológico são os fungos, os mais estudados, e as bactérias (Jatala, 1986; Stirling, 1991; Ferraz & Santos, 1995). Estes fungos, conhecidos como ‘nematófagos’, apresentam estratégias sofisticadas para infectar ou capturar os

nematóides, podendo ser divididos em: predadores, endoparasitas, parasitas de ovos e os que produzem metabólitos tóxicos aos nematóides (Mankau, 1980; Jatala, 1986).

Os fungos endoparasitas, como por exemplo, os dos gêneros *Catenaria*, *Haptoglossa*, *Hirsutella*, *Nematoctonus*, apresentam esporos que são ingeridos pelos nematóides ou ficam aderidos à sua cutícula. Os conídios, ao germinarem, dão origem a hifas que parasitam o corpo do nematóide. Apresentam pouco potencial de uso como agente de controle biológico por serem pouco competitivos, dependerem muito da umidade do solo, não crescerem muito no solo e serem sensíveis a variações de pH, metais, sais, etc (Stirling, 1991; Ferraz & Santos, 1995).

Quanto aos fungos produtores de metabólitos tóxicos, representados por *Aspergillus*, *Pleurotus*, *Penicillium* e *Myrothecium*, pouco se sabe sobre seu efeito no controle de nematóides. Atualmente existe no mercado mundial um produto obtido da fermentação de *Myrothecium verrucaria* (Alb. & Schwein) Ditmar, registrado com o nome de DiTera®.

Os fungos predadores dos gêneros *Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Duddingtonia* e *Monacrosporium* são os mais comuns e abundantes em solos naturais, agrícolas e em todo o tipo de material em decomposição (Barron, 1977; Stirling, 1991). São caracterizados pela produção de órgãos especializados de captura de nematóides ao longo da hifa, conhecidas como armadilhas. Quando o fungo está estabelecido no solo ele apresenta extenso crescimento micelial. A formação destas estruturas ocorre em resposta do fungo à presença de nematóides, substâncias derivadas

deles ou vários outros compostos de origem biológica e até mesmo em função de condições de cultivo adversas, como déficit hídrico e/ou de nutrientes (Balan & Gerber, 1972). Este é um grupo de fungos bastante explorado nos programas de controle biológico.

Assim como os fungos predadores, outro grupo que apresenta um grande potencial no controle biológico de nematóides é o dos fungos parasitas de ovos e de fêmeas, com destaque para as espécies *Paecilomyces lilacinus* (Thomn.) Samson e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams, sinonímia de *Verticillium chlamydosporium* (Stirling, 1991). Normalmente, estes fungos são saprofíticos, logo, independem da presença de ovos de nematóides no solo para a sua sobrevivência, crescendo satisfatoriamente em matéria orgânica. Em função desta característica, são mais fáceis de estabelecer no solo, quando comparados com os fungos predadores (Stirling, 1991). Colonizam rapidamente ovos e fêmeas de nematóides, destruindo-os, especialmente no caso de espécies de *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Globodera*.

Uma outra alternativa no controle de nematóides adotada por agricultores desde o início do século passado é a incorporação de matéria orgânica vegetal ao solo (Ritzinger & McSorley, 1998). Os mecanismos de ação associados com esta prática são atribuídos, em alguns casos, a fatores como a melhoria das características físicas e químicas do solo (Stirling, 1991), resultando em melhor desenvolvimento das plantas, além do aumento da população de microrganismos antagonistas aos nematóides (Linford *et al*., 1938; Sitaramaih & Singh, 1978). Em alguns casos, a decomposição destes resíduos resulta na liberação de produtos

tóxicos aos nematóides (Stirling, 1991; Gonzaga & Ferraz, 1994). A eficiência de determinado material orgânico no controle de nematóides depende de sua composição química e das espécies de microrganismos relacionados com a sua decomposição. A liberação de compostos tóxicos seria a ação direta da degradação do material orgânico e, provavelmente, promoveria rápida redução na população dos nematóides (Rodríguez-Kábana *et al*., 1987; Dias-Arieira, 2002). Outros atributos, como a melhoria da estrutura e agregação do solo e da nutrição das plantas, também podem favorecer o controle (Stirling, 1991). Desta forma, a supressão de fitonematóides pelo uso de matéria orgânica é provavelmente baseada em um complexo modo de ação envolvendo múltiplos mecanismos (Chavarría-Carvajal & Rodríguez-Kábana, 1998).

Quando os fungos nematófagos são aplicados conjuntamente a uma fonte de matéria orgânica, a possibilidade de estabelecimento destes organismos no solo aumenta consideravelmente e, além disso, pode potencializar o manejo de nematóides, melhorando a nutrição da planta hospedeira e liberando compostos nematicidas (Cannayane & Rajendran, 2001).

Embora o potencial do controle biológico seja conhecido, ele ainda não é uma realidade na agricultura, principalmente onde o agronegócio movimenta a economia, como no Brasil. O maior problema é a ausência no mercado de produtos disponíveis para o agricultor. Apesar de serem conhecidos vários métodos de produção massal e de formulação envolvendo diversos agentes de controle biológico, uma das principais barreiras para a existência de produtos comerciais é a sua dificuldade de registro, que inclui os mesmos critérios e altos

custos exigidos para os produtos químicos. Diante deste impasse, alguns produtos são lançados no mercado com atributos de controlar fitopatógenos, mas que são registrados como promotores de crescimento de plantas, biofertilizantes, ativadores biológicos, inoculantes de substratos e condicionadores de solo, com exigências e custos de registro menores, viabilizando a entrada desses produtos no mercado. Desta forma, foi formulada a hipótese que o uso de agentes de controle biológico, associados aos resíduos orgânicos que apresentam efeito nematicida, possa ser a base de um condicionador de solo, que reúna características físicas e químicas que favoreçam o desenvolvimento da planta e apresente ação supressora sobre a população de nematóides presentes no solo.

Diante desta perspectiva, o presente trabalho tem como objetivos:

a) Avaliar o efeito da incorporação ao solo das folhas secas de diferentes espécies de plantas, visando ao controle de *M. javanica*;

b) Avaliar o efeito da incorporação ao solo das cascas de café, bagaço de cana-de-açúcar, torta de mamona e das sementes de feijão-de-porco para o controle de *M. javanica*;

c) Selecionar isolados de fungos predadores e de *Pochonia chlamydosporia* para o manejo de *M. javanica*;

d) Estudar a interação entre diferentes materiais orgânicos e os fungos nematófagos selecionados;

e) Verificar o efeito de diferentes condicionadores de solo sobre *M. javanica*.

LITERATURA CITADA

BALAN, J. & GERBER, N. 1972. Attraction and killing of the nematode *Panagrellus redivivus* by the predaceous fungus *Arthrobotrys dactyloides.* Nematologica, 18: 163-173.

BARRON, G.L. 1977. The nematode-destroying fungi. Canadian Biological Publications, Guelph, 140 p.

CANNAYANE, I. & RAJENDRAN, G.SO. 2001. Application of biocontrol agents and oil cakes for the managment for *Meloidogyne incognita* in brinjal (*Solanum melongena* L.). Current Nematology, 12: 51-55.

CHAVARRÍA-CARVAJAL, J.A. & RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1998. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. Nematropica, 28(1): 7-18.

DIAS-ARIEIRA, C. R. 2002. Controle de *Heterodera glycines* e *Meloidogyne* spp. por gramíneas forrageiras. Universidade Federal de Viçosa, Tese de Doutorado em Fitopatologia, Viçosa, 78p.

FERRAZ, S.; DIAS, C.R. & FREITAS, L.G. 2001. Controle de nematóides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). Manejo Integrado-Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Editora UFV, Viçosa, pp. 1-52.

FERRAZ, S. & SANTOS, M.A. 1995. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. Revisão Anual de Proteção de Plantas 3: 283-314.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L. & FERRAZ, S. 1999. Introdução à nematologia. Editora UFV, Viçosa, 84p. (Cadernos Didáticos, 58).

GONZAGA, V. & FERRAZ, S. 1994. Efeito da incorporação da parte aérea de algumas espécies vegetais no controle de *Meloidogyne incognita* raça 3. Nematologia Brasileira, 18: 42-49.

JATALA, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489.

JOHNSON, A.W. 1985. Specific crop rotation effects combined with cultural practices and nematicides. In: SASSER, J.N. & CARTER, C.C. (ed). An advanced treatise on *Meloidogyne* - Biology and control. North Caroline State University Graphics, Raleigh. pp. 283-301.

KERRY, B.R. 2001. Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.). IN: BUTT, T.M.; JACKSON, C. & MAGAN, N. (Eds). Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential. CAB International, Wallingford, 380p.

LINFORD, M.B.; FRANCIS, Y. & OLIVEIRA, J.M. 1938. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. Soil Science, 45(2): 127-141.

LORDELLO, L.G.E. 1982. Nematóides das plantas cultivadas. 7 ed. Nobel, São Paulo, 314 p.

MANKAU, R. 1980. Biocontrol: fungi as nematode control agents. Journal of Nematology, 12: 244-252.

RITZINGER, C.H.S. & McSORLEY, R. 1998. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. Nematropica, 28(2): 173-185.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; MORGAN-JONES, G. & CHET, I. 1987. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. Plant and Soil, 100: 237-247.

SITARAMAIAH, K. & SINGH, R.S. 1978. Effect of organic amendment on phenolic content of soil and plant response of *Meloidogyne javanica* and its host to related compounds. Plant and Soil, 50: 671-679.

STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and perspects. CAB International, Wallingford, 282p.

ARTIGO 1

CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* ATRAVÉS DA INCORPORAÇÃO AO SOLO DAS FOLHAS SECAS DE ONZE ESPÉCIES DE PLANTAS

Controle de *Meloidogyne javanica* através da incorporação ao solo das folhas secas de onze espécies de plantas[1]

EVERALDO ANTÔNIO LOPES, SILAMAR FERRAZ, PAULO AFONSO FERREIRA, DEISY XAVIER AMORA, LEANDRO GRASSI DE FREITAS, CRISTIANE GONÇALVES GARDIANO & ONKAR DEV DHINGRA

[1]Parte da tese do primeiro autor apresentada à UFV para a obtenção do grau de Doutor.

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 36570-000, Viçosa/MG, E-mail: everaldolopes@hotmail.com

Resumo: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, D. X. Amora, L.G. Freitas, C. G. Gardiano & O. D. Dhingra. 2006. Controle de *Meloidogyne javanica* através da incorporação ao solo de folhas secas de onze espécies de plantas.

A incorporação de assa-peixe-branco (*Vernonia polyanthes*), algodão-de-seda (*Calotropis procera*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), mamona (*Ricinus communis*), manga (*Mangifera indica*), nim (*Azadirachta indica*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), falso-boldo (*Plectranthus barbatus*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* var. *utilis*), na proporção de 5 g de folhas/kg de solo, foi estudada como alternativa de controle de *Meloidogyne javanica*. Os materiais orgânicos e uma suspensão contendo 5.000 ovos do nematóide foram adicionados simultaneamente no solo de vasos de 2 L e mudas de tomateiro foram transplantadas após uma semana. O peso das raízes de tomateiro, o número de galhas e o número de ovos por sistema radicular foram avaliados após

60 dias do transplantio. O peso das raízes foi maior nas parcelas que continham o material vegetal de crotalária ou falso-boldo e menor onde foi incorporado mucuna-cinza, quando comparados com a testemunha. O número de galhas foi reduzido pela incorporação de assa-peixe-branco, algodão-de-seda, capim-cidreira, eucalipto, mamona, manga, nim, crotalária e falso-boldo. A adição ao solo dos materiais vegetais de nim, mamona, capim-cidreira, algodão-de-seda, crotalária e falso-boldo reduziu o número de ovos de *M. javanica*.

Palavras-chave: nematóide das galhas, matéria orgânica, controle alternativo.

Summary: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, D. X. Amora, L.G. Freitas, C. G. Gardiano & O. D. Dhingra. 2006. Control of *Meloidogyne javanica* by the soil amendments with dried leaves of eleven plant species.

The soil amendment with dried leaves of *Vernonia polyanthes*, *Calotropis procera, Cymbopogon citratus*, *Crotalaria spectabilis*, *Eucalyptus citriodora*, *Mangifera indica* and *Azadirachta indica*, *Plectranthus barbatus*, *Canavalia ensiformis*, *Ricinus communis* and *Mucuna pruriens* var. *utilis*, at the rate of 0.5% (w/w), was studied as an alternative control measure for *Meloidogyne javanica*. The ground dry leaves and the nematode inoculum (5,000 eggs) were added to soil in 2 L pots and after seven days a tomato seedling was transplanted in each pot. Weight of the root system gall and eggs number /plant was determined after sixty days. The root weight of plants growing soil amended with *C. spectabilis* and *P. barbatus* was higher, while those in soil amended with *M. pruriens* var. *utilis* was lower, compared to the control,. The number of galls was reduced by the addition of *V. polyanthes*, *C. procera, C. citratus*, *C. spectabilis*, *E. citriodora*, *M. indica*, *A. indica*, *C. spectabilis* or *P. barbatus,* while the egg number was reduced by amendment with *A. indica, R. communis*, *C. citratus*, *C. procera*, *C. spectabilis* or *P. barbatus* leaves.

Keywords: root-knot nematodes, organic amendment, alternative control.

Introdução

Os fitonematóides são um dos principais patógenos da agricultura e o seu efetivo controle é fundamental para a produção rentável de muitas culturas (Halbrendt & LaMondia, 2004).

O uso de nematicidas no controle de nematóides, embora seja medida eficiente, tem sido muito restrito ou diminuído drasticamente nos últimos anos, em função da alta toxicidade dos produtos aos seres humanos e animais, longa persistência no ambiente e elevado custo (Akhtar & Malik, 2000; Ferraz & Freitas, 2004). Com a retirada do mercado de alguns dos principais nematicidas e a crescente busca de alternativas mais sustentáveis no controle de fitopatógenos, a utilização de agentes de biocontrole e de matéria orgânica passou a demandar maior atenção por parte dos pesquisadores (Akhtar & Malik, 2000; Nico *et al.*, 2004).

A adição de matéria orgânica ao solo com o objetivo de aumentar a produção é uma prática tão antiga quanto a agricultura (Akhtar & Alam, 1993). Além disso, tal estratégia também tem sido explorada com sucesso no controle de nematóides (Mian & Rodríguez-Kábana, 1982; Akhtar & Alam, 1993; Ferraz & Freitas, 2004). A redução na população de nematóides pelo uso de matéria orgânica envolve múltiplos modos de ação, entre eles, o favorecimento da microbiota antagonista ao nematóide, a liberação de fitoquímicos secundários ou outros compostos nematicidas, além da maior capacidade da planta em resistir ao parasitismo, todos eles atuando de forma isolada ou sinérgica (Chavarría-Carvajal & Rodríguez-Kábana, 1998; Ritzinger & McSorley, 1998). A incorporação ao solo da parte aérea de determinadas plantas tem sido uma forma de adicionar matéria

orgânica ao solo e, simultaneamente, atuar no controle de nematóides. Linford *et al.* (1938) foram os primeiros a observar tal fato, quando incorporaram folhas picadas de abacaxi (*Ananas comosus* L.) visando ao controle de *Meloidogyne* spp. em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). O efeito nematicida de plantas, tais quais nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e mamona (*Ricinus communis* L.), já é bastante conhecido (Akhtar & Alam, 1993; Akhtar & Mahmood, 1996). Por outro lado, algumas plantas ainda não tiveram o seu potencial estudado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da incorporação ao solo das folhas secas de onze espécies de plantas sobre a população de *M. javanica* (Treub) Chitwood.

Material e Métodos

1. Preparo dos materiais vegetais e do inóculo de *M. javanica*

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Os materiais vegetais foram coletados na região de Viçosa, Minas Gerais, em propriedades rurais. Em seguida, foram secos ao ar, em casa de vegetação, até peso constante.

O inóculo de *M. javanica* consistiu de ovos obtidos de população pura do nematóide, coletados de raízes de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.) mantidos em casa de vegetação. Para realizar a infestação do solo, os ovos foram extraídos tal qual descrito por Hussey & Barker (1973), modificado por Boneti & Ferraz (1981).

2. Experimentos de casa de vegetação

O efeito da incorporação ao solo das folhas secas de assa-peixe-branco (*Vernonia polyanthes* Less.), algodão-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) Aiton), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.), eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook), mamona, manga (*Mangifera indica* L.) e nim foram avaliados nos experimentos 1 e 2. Os materiais vegetais de crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), falso-boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) e mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* var. *utilis* (L.) DC.) foram estudados nos experimentos 3 e 4. Em todos, foram incorporados 5 g de folhas secas por kg de solo e a testemunha foi representada pela não adição de matéria orgânica. No experimento 1, os resíduos foram secos e fracionados em pedaços de aproximadamente 1 cm^2, com o auxílio de uma tesoura. Nos outros experimentos, os materiais vegetais foram triturados em moinho de martelos rotativos, equipado com peneira de 1 mm de abertura.

O solo utilizado para o crescimento das plantas foi composto da mistura de terriço e areia, na proporção 1:1 (p/p), tratado com brometo de metila na dose de 80 cm^3/m^3. Dois quilogramas desse solo e o material vegetal correspondente ao tratamento foram colocados em um saco plástico de 5 L de capacidade, o qual teve sua boca fechada e foi agitado manualmente para promover a homogeneização do solo com o material vegetal. O solo foi acondicionado em vaso de plástico de 2 L de capacidade e foi infestado com uma suspensão contendo 5.000 ovos de *M. javanica,* revolvido e mantido na capacidade de campo por uma semana. Após este período, uma muda de tomateiro Santa Cruz ‘Kada’ foi transplantada para cada vaso. O peso das raízes frescas de tomateiro e o número de galhas e de ovos do nematóide por sistema radicular foram avaliados 60 dias após o transplantio.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, sendo sete tratamentos no Experimento 1 e seis no Experimento 2. Cada tratamento foi repetido sete vezes e a parcela experimental foi constituída por um vaso com uma planta de tomate. Ambos os experimentos foram conduzidos duas vezes.

As plantas foram adubadas e irrigadas sempre que necessário. O experimento 1 foi conduzido no período de 23 de março a 23 de maio de 2004. O experimento 2 foi de 29 de março a 29 de maio de 2004. Durante este período, a temperatura média foi de 22 °C, a média das máximas igual a 30 °C e a média das mínimas, 14 °C. O experimento 3 foi conduzido de 17 de maio a 17 de julho de 2004 e, o experimento 4, de 24 de maio a 24 de julho de 2004; com temperatura média igual a 21 °C, a média das máximas 27 °C e a média das mínimas, 9 °C.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Statistica (Statsoft, 2001). Os dados obtidos, transformados ou não, foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, ao teste de comparação de médias de Fisher, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O peso das raízes de tomateiros não foi influenciado significativamente ($P \leq 0,05$) por nenhum dos tratamentos nos experimentos 1 e 2 (Tabela 1). No experimento 1, nenhum resíduo orgânico reduziu o número de galhas ou de ovos do nematóide nas raízes. Todavia, no experimento 2, o número de galhas e de galhas/g de raiz foram reduzidos pela incorporação ao solo de todos os materiais vegetais, quando comparados com a testemunha. A maior supressão foi observada em parcelas tratadas com folhas de nim, em 61 e 54%, respectivamente. A incorporação ao solo das folhas de mamona, nim e capim-

Tabela 1 – Peso das raízes de plantas de tomateiro, número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular após a incorporação ou não ao solo das folhas secas de seis espécies de plantas, aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Peso de raízes (g)		№ de galhas		№ de galhas/g de raiz[1]		№ de ovos		№ de ovos/g de raiz[1]	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1*	Exp. 2	Exp. 1*	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2*	Exp. 1	Exp. 2*
Ricinus communis	15,7 ns	16,7 ns	1.498 ns	363 cd	100 ns	22 cd	677.333 ns	118.067 d	49.104 ns	7.198 d
Azadirachta indica	16,9	15,0	1.371	278 d	91	19 d	1.248.504	118.800 cd	87.028	8.345 cd
Vernonia polyanthes	17,6	18,3	1.378	534 b	98	30 b	1.245.429	316.617 ab	67.980	19.253 ab
Mangifera indica	17,9	15,3	1.800	427 bc	105	28 bc	1.300.095	243.833 ab	78.323	15.812 ab
Eucalyptus citriodora	19,3	16,2	1.399	421 bc	73	27 bcd	1.205.712	207.533 b	64.541	13.355 abc
Cymbopogon citratus	20,1	16,5	1.626	447 bc	82	29 bc	962.857	181.317 bc	49.827	11.609 bcd
Testemunha	19,2	18,2	1.857	710 a	102	42 a	1.349.667	384.450 a	73.409	23.641 a
CV (%)	25,7	24,0	3,3	23,4	30,3	28,8	42,6	3,9	51,4	5,8

Média de sete repetições. [ns] Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Valores transformados para o $Log_{10}(X)$.

[1] Valores obtidos pela divisão do número de galhas ou de ovos pelo peso da raiz.

cidreira inibiu a produção de ovos do nematóide. A adição de folhas de mamona ao solo reduziu em 69% o número de ovos e de ovos/g de raiz.

Considerando que as plantas estudadas e as condições ambientais foram as mesmas nos experimentos 1 e 2, o tamanho do resíduos foi fundamental para a redução na população de *M. javanica*. No experimento 1, em que as plantas foram cortadas em pedaços de aproximadamente 1 cm^2, não foi observado controle do patógeno. Por outro lado, no experimento 2, ao serem trituradas a pó, os materiais vegetais de todas as plantas reduziram o número de galhas ou de ovos do nematóide. Desta forma, a granulometria dos resíduos foi essencial na velocidade de decomposição do material e, conseqüentemente, na liberação de compostos tóxicos ao patógeno.

A incorporação ao solo das folhas secas de mamona, nim e capim-cidreira reduziu tanto o número de galhas quanto o número de ovos de *M. javanica,* como foi observado nos experimentos 1 e 2. A utilização de diferentes partes da planta de nim é uma forma eficiente de controlar várias espécies de fitonematóides (Akhtar & Alam, 1993; Akhtar, 1998; Akhtar & Malik, 2000; Ferraz & Freitas, 2004), o que mais uma vez foi demonstrado pelos resultados apresentados no presente trabalho. O efeito nematicida desta meliácea é atribuído à presença de compostos com efeito deletério aos nematóides, a exemplo do azadirachtin, nimbin, salannin, nimbidin, thiomemone, meliantrol, entre outros (Khan *et al.*, 1974; Akhtar & Malik, 2000; Ferraz & Freitas, 2004).

A redução da população de nematóides pela incorporação de folhas de mamona é condizente com os resultados obtidos por outros pesquisadores (Akhtar & Alam, 1990; Akhtar *et al.*, 1990). Ritzinger & McSorley (1998) incorporaram ao solo diferentes quantidades de folhas secas da planta (0, 1, 2, 4 ou 8 g/560 cm^3 de

solo) e concluíram que a aplicação de aproximadamente 5 g do material permitiu a maior redução na população de *M. arenaria*. Rich *et al.* (1989) estudaram o efeito da ricina, um composto isolado da mamona, sobre *M. incognita,* e comprovaram a sua ação nematicida.

O capim-cidreira, conhecido também como capim-santo ou capim-limão, é uma planta com propriedades medicinais. O efeito da incorporação ao solo das folhas de capim-cidreira no controle de patógenos ainda não tinha sido explorado. Em estudos em condições controladas, realizados 'in vitro' ou em casa de vegetação, os extratos e os óleos essenciais da planta têm demonstrado bons resultados no controle de nematóides (Sweelan, 1989; Siddiqui *et al.*, 1990). Quando aplicados em solo infestado com *M. incognita,* os exsudatos radiculares da planta reduziram a população do nematóide no solo e o número de massas de ovos em raízes de tomateiros em mais de 50% (Sweelan, 1989). Plantas do gênero *Cymbopogon* são ricas em compostos com atividade nematicida comprovada, como o citral, o geraniol e o citronelol (Sangwan *et al.*, 1985; Sangwan *et al.*, 1990). Provavelmente, durante a decomposição das folhas da planta no solo, alguns destes compostos são liberados e atuam diretamente sobre os nematóides.

No experimento 3, a incorporação ao solo de folhas de crotalária e falso-boldo aumentou o peso das raízes ($P \leq 0,05$) em valores próximos a 50% e, no experimento 4, em até 70% (Tabela 2). Por outro lado, as plantas cultivadas em solos contendo mucuna-cinza tiveram raízes menos desenvolvidas do que aquelas das testemunhas.

Tabela 2 – Peso das raízes de plantas de tomateiro, número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular após a incorporação ou não ao solo das folhas secas de cinco espécies de plantas, aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Peso de raízes (g)		№ de galhas		№ de galhas/g de raiz[1]		№ de ovos		№ de ovos/g de raiz[1]	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1[+]	Exp. 2*	Exp. 1[+]	Exp. 2*	Exp. 1[+]	Exp. 2[+]	Exp. 1[+]	Exp. 2
Mucuna pruriens	13,9 c	13,2 d	567 c	573 c	44 a	50 a	324.191 ab	132.916 ns	22.525 a	10.808 a
Canavalia ensiformis	22,7 b	23,2 c	606 bc	685 bc	30 bc	35 ab	155.429 c	173.800	7.515 b	7.346 ab
Calotropis procera	26,9 b	29,7 b	901 ab	648 bc	36 bc	24 bc	193.143 bc	137.500	7.243 b	5.315 bc
Crotalaria spectabilis	37,9 a	38,4 a	789 bc	602 bc	21 c	16 c	244.762 bc	94.783	5.924 b	2.625 d
Plectranthus barbatus	37,2 a	38,1 a	788 bc	797 ab	21 c	22 bc	315.238 ab	146.850	8.234 b	3.886 cd
Testemunha	25,0 b	22,6 c	1.178 a	892 a	48 a	40 a	414.286 a	201.483	17.727 a	8.917 a
CV (%)	27,4	24,0	17,1	29,3	17,4	13,5	27,2	28,9	23,6	7,3

Média de sete repetições. [ns] Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Valores transformados para o $Log_{10}(X)$.

[+] Valores transformados para a $\sqrt{x}$. [1] Valores obtidos pela divisão do número de galhas ou de ovos pelo peso da raiz.

Folhas de todas as plantas, exceto algodão-de-seda, no experimento 3, e falso-boldo, no experimento 4, reduziram o número de galhas do nematóide, principalmente mucuna-cinza. Entretanto, como houve variação significativa no peso das raízes, o número de galhas ou de ovos/g de raiz também foi analisado.

A incorporação ao solo das folhas de crotalária e falso-boldo reduziu o número de galhas/g de raiz em 56%, no experimento 3, e em 60 e 45%, no experimento 4, respectivamente. Por outro lado, o uso de mucuna-cinza teve efeito semelhante ao da testemunha, considerando o número de galhas e de ovos/g de raiz. Os resultados dos tratamentos com feijão-de-porco e algodão-de-seda foram inconsistentes nos dois experimentos. O número de ovos por sistema radicular foi reduzido pela aplicação das folhas de feijão-de-porco, algodão-de-seda e crotalária no experimento 3, mas não houve influência de nenhuma planta sobre o número ovos no experimento 4. Exceto mucuna-cinza e feijão-de-porco, todas as plantas reduziram o número de ovos/g de raiz, em ambos os experimentos, principalmente crotalária e falso-boldo.

O efeito de espécies do gênero *Crotalaria* sobre nematóides já foi comprovado quando utilizadas como adubo verde, em esquemas de rotação de culturas (Silva *et al.*, 1989 a,b; Silva *et al.*, 1990). Villar & Zavaleta-Mejía (1990) incorporaram ao solo a parte aérea de *C. spectabilis* e observaram a redução da população de *M. incognita* e *M. arenaria* em raízes de tomateiros, mantidos em casa de vegetação. Além dos efeitos benéficos da matéria orgânica no solo e a ativação da microbiota do solo, a presença de substâncias nematicidas na parte aérea da planta, como a monocrotalina, potencializa a sua atividade supressora (Fassuliotis & Skucas, 1969).

O falso-boldo, conhecido como boldo ou erva-de-pinguço, também é uma planta com propriedades medicinais. Assim como foi relatado para o capim-cidreira, a incorporação ao solo de suas folhas e o seu possível efeito no controle de patógenos ainda não havia sido estudado. Portanto, o seu possível mecanismo de ação e a presença de substâncias nematicidas em seus tecidos merecem maiores investigações. Por outro lado, o algodão-de-seda é uma planta que tem sido muito pesquisado no controle de nematóides, principalmente na Índia. A adição ao solo de suas folhas também é eficiente no controle não somente de *M. javanica*, como observado neste trabalho e no de Ahmad *et al.* (1996), mas também de *M. incognita* (Akhtar & Alam, 1990; Akhtar *et al.*, 1990; González *et al.*, 2000), *Hoplolaimus indicus* Sher, *Helicotylenchus indicus* Siddiqui, *Tylenchulus filiformis* Butschli e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira (Akhtar *et al.*, 1990). De uma forma geral, os autores creditam o efeito nematicida da planta à presença de compostos tóxicos nos resíduos. Entretanto, deve-se atentar ao fato de ser esta uma planta daninha, cujas sementes são facilmente dispersas pelo vento.

O gênero *Mucuna* possui espécies com notória atividade antagonista aos fitonematóides, ainda que algumas delas não sejam imunes a várias espécies de nematóides (Duke, 1981). Lopes *et al.* (2005) verificaram que as folhas de mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis*) atuam no controle tanto de *M. incognita* como de *M. javanica.* Entretanto, no presente estudo, não foi observado o mesmo efeito quando foi incorporada mucuna-cinza, havendo, inclusive, tendo efeito negativo sobre o peso das raízes de tomateiro. É possível que produtos da decomposição tenham causado fitotoxidez.

O modo de ação da matéria orgânica é complexo e é dependente do tipo e da quantidade de material utilizado (McSorley & Gallaher, 1995; Ritzinger &

McSorley, 1998; Lopes *et al.*, 2005). Desta forma, o sucesso da prática de incorporação de matéria orgânica ao solo dependerá da escolha correta do resíduo a ser utilizado. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a incorporação ao solo de folhas secas de mamona, nim, falso-boldo e crotalária, principalmente quando transformadas em pó, é uma alternativa interessante a ser explorada no manejo de *M. javanica.*

Literatura Citada

AHMAD, R.; M.Z. SHAHAB, M. INAM-UL-HAQ, N. JAVED, M.A. DOGAR & M.Y. KHAN. 1996. Effect of soil amendment with *Calotropis procera* for the control of *Meloidogyne javanica* infection on eggplant. Pakistan Journal of Nematology, 14: 55-59.

AKHTAR, M. & M.M. ALAM. 1990. Evaluation of nematicidal potential in some plants against root-knot nematode on tomato and chilli. International Nematology Network Newsletter, 7: 10-12.

AKHTAR, M.; S. ANVER & A. YADAV. 1990. Effects of organic amendments to soil as nematode supressants. International Nematology Network Newsletter, 7: 21-22.

AKHTAR, M. & M.M. ALAM. 1993. Utilization of waste materials in nematode control: A review. Bioresource Technology, 45: 1-7.

AKHTAR, M. & I. MAHMOOD. 1996. Control of plant-parasitic nematodes with organic and inorganic amendments in agricultural soil. Applied Soil Ecology, 4: 243-247

AKHTAR, M. 1998. Biological control of plant-parasitic nematodes by neem products in agricultural soil. Applied Soil Biology, 7: 219-223.

AKHTAR, M. & A. MALIK. 2000. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. Bioresource Technology, 74: 35-47.

BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, 6 (Suplemento): 553. (Resumo).

CHAVARRÍA-CARVAJAL, J.A. & R. RODRÍGUEZ-KÁBANA. 1998. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. Nematropica, 28: 7-18.

DUKE, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. New York, Plenum Press.

FERRAZ, S. & L.G. FREITAS. 2004. Use of antagonistic plants and natural products. IN: CHEN, Z.; S. CHEN & D.W. DICKINSON (Eds). Nematology – Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and

Utilization. Beinjing & Wallingford, Tsinghua University Press & CABI Publishing, p. 931-978.

FASSULIOTIS, G. & G.P. SKUCAS. 1969. The effect of pyrrolizidine alkaloid ester and plants containing pyrrolizidine on *Meloidogyne incognita acrita*. Journal of Nematology, 1: 287-288.

GONZÁLEZ, K.; R. CROZZOLI & N. GRECO. 2001. Utilización de enmiendas orgánicas en el control de *Meloidogyne incognita*. Nematologia Mediterranea, 29: 41-45.

HALBRENDT, J.M. & J.A. LaMONDIA. 2004. Crop rotations and other cultural practices. IN: CHEN, Z.; S. CHEN & D.W. DICKINSON (Eds). Nematology – Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and Utilization. Beinjing & Wallingford, Tsinghua University Press & CABI Publishing, p. 909-930.

KHAN, M.W.; M.M. ALAM, A.M. KHAN & S.K. SAXENA. 1974. Effect of water soluble fractions of oil-cakes and bitter principles of neem on some fungi and nematodes. Acta Botanica Indica, 2: 120-128.

KIEHL, E.J. 1985. Fertilizantes orgânicos. Editora Agronômica Ceres, Piracicaba, 429 p.

LINFORD, M.B.; Y. FRANCIS & J.M. OLIVEIRA. 1938. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. Soil Science, 45: 127-141.

LOPES, E.A.; S. FERRAZ, L.G. FREITAS, P.A. FERREIRA & D.X. AMORA. 2005. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Nematologia Brasileira, 29: 101-104.

MIAN, I.H. & R. RODRÍGUEZ-KÁBANA. 1982. Survey of the nematicidal properties of some organic materials available in Alabama as amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria.* Nematropica, 12(2): 235-246.

NICO, A.I.; R.M. JIMÉNEZ-DÍAZ & P. CASTILLO. 2004. Control of root-knot nematodes by composted agro-industrial wastes in potting mixtures. Crop Protection, 23: 581-587.

RICH, J.R.; G.S. RAHI, C.H. OPPERMAN & E.L. DAVIS. 1989. Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita*. Nematropica, 19(1): 99-103.

RITZINGER, C.H.S. & R. McSORLEY. 1998. Effect of castor and velvetbean organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. Journal of Nematology, 30 (4 Suppl): 624-631.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; G. MORGAN-JONES & I. CHET. 1987. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. Plant and Soil 100: 237-247.

SANGWAN, N.K.; B.S. VERMA, K.K. VERMA & K.S. DHINDSA. 1990. Nematicidal activity of some essential plant oils. Pesticide Science, 28: 331-335.

SANGWAN, N.K.; K.K. VERMA, B.S. VERMA, M.S. MALI & K.S. DHINDSA. 1985. Nematicidal activity of essential oils of *Cymbopogon grasses.* Nematologica, 31: 93-99.

SIDDIQUI, Z.A. & S.I. HUSSAIN. 1990. Herbal control of root-knot and root-rot diseases of chickpea. 1. Effect of plant extracts. New Agriculturist, 1: 1-6.

SILVA, G.S. da; S. FERRAZ, J.M. SANTOS. 1989a. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae.* Nematologia Brasileira, 13: 81-86.

SILVA, G.S. da; S. FERRAZ, J.M. SANTOS. 1989b. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Rotylenchulus reniformis.* Nematologia Brasileira, 13: 87-92.

SILVA, G.S. da; S. FERRAZ, J.M. SANTOS. 1990. Efeito de *Crotalaria* spp. sobre *Meloidogyne javanica, M. incognita* raça 3 e *M. exigua.* Fitopatologia Brasileira, 15: 94-96.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (computer program manual). Tulsa, OK: Statsoft Inc. (http://www.statsoft.com).

SWEELAN, M.E. 1989. The potential use of some ornamental plants for nematode control in Egypt. Bulletin of Faculty of Agriculture - University of Cairo, 40:391-393.

ARTIGO 2

EFEITO DA INCORPORAÇÃO AO SOLO DE BAGAÇO DE CANA, CASCAS DE CAFÉ, TORTA DE MAMONA E DE SEMENTES DE FEIJÃO-DE-PORCO SOBRE *Meloidogyne javanica.*

Efeito da Incorporação ao Solo de Bagaço de cana, Cascas de Café, Torta de Mamona e de Sementes de Feijão-de-Porco sobre *Meloidogyne javanica*[1]

EVERALDO ANTÔNIO LOPES, SILAMAR FERRAZ, PAULO AFONSO FERREIRA, LEANDRO GRASSI DE FREITAS & ONKAR DEV DHINGRA

[1]Parte da tese do primeiro autor apresentada à UFV para obtenção do grau de Doutor.

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 36570-000, Viçosa/MG, E-mail: everaldolopes@hotmail.com

Resumo: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, L.G. Freitas & O. D. Dhingra. 2006. Efeito da incorporação ao solo de bagaço de cana, cascas de café, torta de mamona e de sementes de feijão-de-porco sobre *Meloidogyne javanica*.

O efeito da incorporação ao solo de bagaço de cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.), cascas de café (*Coffea arabica*), torta de mamona (*Ricinus communis*), sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), nas proporções de 0,5 e 1% (p/p), sobre a população de *Meloidogyne javanica,* foi avaliado em casa de vegetação. Os materiais orgânicos e uma suspensão de 5.000 ovos do nematóide foram incorporados ao solo contido em vasos de 2 L, nos quais mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) Santa Cruz 'Kada' foram transplantadas após uma semana. O número de galhas e ovos por sistema radicular foi avaliado após 60 dias. A incorporação ao solo de bagaço de cana ou de cascas de café não afetou significativamente a população do nematóide. A adição ao solo da torta de mamona reduziu o número de ovos do nematóide por sistema radicular,

quando aplicada na proporção de 1%. Nas parcelas que receberam as sementes de feijão-de-porco foi observado o controle significativo do patógeno.

Palavras-chave: nematóide das galhas, material orgânico, controle alternativo.

Summary: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, L. G. Freitas & O. D. Dhingra. 2006. Effect of soil amendment with sugarcane bagasse, coffee husk, castor bean cake and seed powder of jackbean on *Meloidogyne javanica.*

The effect of the soil amendment with sugarcane (*Saccharum officinarum*) bagasse, coffee (*Coffea arabica*) husks, castor bean (*Ricinus communis*) cake and gound jackbean seeds (*Canavalia ensiformis*), at rate of 0,5 or 1% (w/w) on the population of *Meloidogyne javanica* was evaluated in the greenhouse. The amendment and a suspension of 5,000 egg were mixed in soil in 2 L pots and one week later it was followed by transplanting one tomato seedling in each pot.. Number of galls and eggs/plant were evaluated after 60 days. Soil amendment with sugarcane bagasse and coffee husks had no effect on *M. javanica* population. Castor bean cake at the rate 1% reduced the reproduction of the nematode. Significant control was also observed in the jackbean seed powder amended soil.

Keywords: root-knot nematodes, organic amendment, alternative control.

Introdução

A incorporação de matéria orgânica ao solo visando ao incremento na produtividade é prática que remonta aos primórdios da própria agricultura. Os efeitos benéficos mais conhecidos envolvem o aumento de nutrientes e a melhoria na qualidade física do solo (Kiehl, 1985). Em alguns casos, também é observada a supressão de fitopatógenos, a exemplo dos nematóides (Stirling, 1991).

A ação da matéria orgânica no manejo de nematóides depende das propriedades físicas e químicas do material incorporado e da microbiota envolvida na sua decomposição (Rodríguez-Kábana *et al*., 1987; Stirling, 1991; Chavarría-Carvajal & Rodríguez-Kábana, 1998;). O controle de nematóides pelo uso de matéria orgânica envolve múltiplos modos de ação, incluindo o aumento da microbiota antagonista ao nematóide, a liberação de metabólitos secundários, inclusive compostos nematicidas, ou a maior capacidade da planta em resistir ao parasitismo, todos atuando de forma isolada ou sinérgica (Chavarría-Carvajal & Rodríguez-Kábana, 1998; Ritzinger & McSorley, 1998). A ação direta ocorre pela liberação de compostos tóxicos durante a decomposição, os quais têm efeito rápido induzindo declínio da população de nematóides (Rodríguez-Kábana *et al.,* 1987). Fatores indiretos, como a melhoria da estrutura e agregação do solo, da nutrição das plantas e a promoção da atividade microbiana, também auxiliam no controle (Stirling, 1991).

Vários estudos têm sido realizados utilizando diferentes materiais orgânicos visando ao controle dos nematóides, a exemplo dos adubos verdes, restos culturais, resíduos agro-industriais e da quitina (Mian & Rodríguez-Kábana, 1982; Akhtar & Mahmood, 1996; Akhtar & Malik, 2000). Linford *et al*. (1938) foram os primeiros a observar o efeito da adição ao solo de resíduos orgânicos na redução

de populações de nematóides, quando incorporaram folhas picadas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) visando ao controle de *Meloidogyne* spp. em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Folhas, tortas de sementes, sementes e óleo originários de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) têm demonstrado ser eficientes no controle de diversas espécies de nematóides e outros patógenos (Akhtar & Alam, 1993; Akhtar & Mahmood, 1996; Akthar 1998). A torta de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) tem sido investigada no controle de nematóides, apresentando resultados promissores (Goswami & Vijaylakshmi, 1987; Akhtar & Mahmood, 1996). Atualmente, com a demanda por novas fontes de energia combustível, o biodiesel produzido a partir da mamona passa a ser uma das opções mais interessantes, contribuindo para o aumento na disponibilidade da torta para o uso na agricultura. A partir de zoneamento agrícola para a ricinocultura, Beltrão & Melo (2002) demonstraram que, apenas na região nordeste do Brasil, poderão ser cultivados até seis milhões de hectares por ano de mamona, para a produção de 4,4 bilhões de litros de biodiesel e com produção total de torta de aproximadamente três milhões de toneladas.

O feijão-de-porco é uma leguminosa anual ou bianual, de crescimento erétil e hábito determinado, muito utilizada no Brasil como adubo verde. Pode produzir de 14 a 40 ton/ha de massa verde, com fixação biológica de nitrogênio de 49 a 190 kg/ha/ano, além de 800 a 1.200 kg/ha de sementes (Santos & Fontanétti, 2007). Aproximadamente 2,3% do peso das sementes dessa planta são compostos por lectinas, que são capazes de interferir na atração e migração dos nematóides em direção ao hospedeiro, impossibilitando ou reduzindo assim sua chance de iniciar o processo infectivo (Zuckerman, 1983; Marban-Mendoza, 1982; Marban-Mendoza *et al.*, 1987).

Dependendo da região do Brasil, alguns resíduos, tais como bagaço de cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.) e cascas de café (*Coffea arabica* L.), estão disponíveis em grandes quantidades. O destino final ecologicamente aceitável desses materiais, em muitos casos, torna-se um problema a ser resolvido. Dessa forma, uma das possíveis alternativas seria utilizá-los na agricultura. Todavia, pouco ainda se conhece sobre o potencial de tais resíduos no controle de nematóides.

O conhecimento da quantidade de material vegetal incorporado ao solo é tão importante quanto o tipo de matéria orgânica usada (McSorley & Gallaher, 1995; Lopes *et al.*, 2005). Considerando esses fatos, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da incorporação ao solo de bagaço de cana-de-açúcar, cascas de café, torta de mamona e sementes de feijão-de-porco, nas proporções de 0,5 e 1% (p/p), sobre a população de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 17 de novembro de 2004 a 17 de janeiro de 2005. A temperatura média do ar foi de 29 °C, a média das máximas 33 °C e a média das mínimas, 18 °C.

1. Obtenção e preparo do inóculo de *M. javanica*

O inóculo de *M. javanica* consistiu de ovos obtidos de população pura do nematóide, coletados de raízes de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do grupo Santa Cruz, cultivados em casa de vegetação. Para a infestação do solo, os

ovos foram extraídos tal qual descrito por Hussey & Barker (1973), modificado por Boneti & Ferraz (1981).

2. Preparo dos resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos foram coletados na região de Viçosa, Minas Gerais, em propriedades rurais, exceto a torta de mamona, adquirida no comércio local.

Os materiais foram secos ao ar, em casa de vegetação, até peso constante. Em seguida, foram triturados em moinho de martelos rotativos, equipado com peneira de abertura de 1 mm.

3. Incorporação dos resíduos orgânicos ao solo

Foi estudado o efeito da incorporação ao solo de cascas de café, bagaço de cana-de-açúcar, torta de mamona e sementes de feijão-de-porco, aplicadas ao solo nas proporções de 0,5 e 1% (p/p). A testemunha foi representada pela não incorporação do material orgânico.

O solo utilizado para o crescimento das plantas foi composto pela mistura de terriço e areia, na proporção 1:1 (p/p), tratado com brometo de metila na dosagem de 80 cm^3/m^3. Dois quilogramas desse solo e o material orgânico foram colocados em um saco plástico de 5 L de capacidade, o qual teve sua boca fechada e foi agitado manualmente para promover a homogeneização do solo com o material vegetal. O solo foi acondicionado em vaso de plástico de 2 L de capacidade e foi infestado com uma suspensão contendo 5.000 ovos de *M. javanica,* revolvido e mantido próximo à capacidade de campo por uma semana. Após esse período, uma muda de tomateiro Santa Cruz ‘Kada’ foi transplantada

para cada vaso. Sessenta dias após o transplantio, foram avaliados os números de galhas e ovos do nematóide por sistema radicular.

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 (resíduos x doses). Cada tratamento foi repetido sete vezes e cada parcela constituída por um vaso com uma planta de tomateiro.

Em ambos os experimentos, as plantas foram adubadas quatro vezes durante o ciclo com NPK + micronutrientes (Ouro Verde® 3 g/L, 30 mL/planta); e irrigadas quando necessário.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Statistica (Statsoft, 2001). Os dados obtidos, transformados ou não, foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, ao teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre materiais vegetais e doses aplicadas dos resíduos orgânicos ($P \leq 0,05$) com relação ao número de galhas e de ovos por sistema radicular (Tabela 1). A incorporação ao solo de bagaço de cana e cascas de café não influenciou o número de galhas e de ovos do nematóide, independentemente da quantidade aplicada. O efeito das cascas de café sobre *M. javanica* tem sido pouco estudado. Tronconi *et al.* (1986) verificaram que altas concentrações de palha de café nos vasos, a partir de 75% (v/v), inibiram o desenvolvimento e a reprodução de *M. exigua* Goeldi. Zambolim *et al.* (1996) relataram o efeito positivo da adição do produto da compostagem de cascas de café ao solo, na proporção de 1:1 (v/v), no controle de *M. javanica.* Além das diferenças nas condições experimentais, a quantidade de resíduo aplicada no

Tabela 1 – Efeito do tratamento de solo com bagaço de cana, cascas de café, torta de mamona e sementes de feijão-de-porco sobre o número de galhas e de ovos em raízes de tomateiros Santa Cruz 'Kada' parasitados por *Meloidogyne javanica,* aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Número de galhas*				Número de ovos			
	Proporções dos resíduos aplicados ao solo (%)							
	0	0,5	1	Médias	0	0,5	1	Médias
Bagaço de cana	1.802 Aa	1.282 Aa	1.047 Ab	1.377	470.340 Aa	590.760 Aa	358.830 Aa	473.310
Cascas de café	1.947 Aa	1.884 Aa	2.128 Aa	1.986	544.387 Aa	508.950 Aa	553.500 Aa	535.612
Torta de mamona	1.843 Aa	1.872 Aa	1.997 Aa	1.904	691.470 Aa	569.430 Ba	357.480 Ba	539.460
Sementes de feijão-de-porco	2.144 Aa	397 Bb	29 Bc	857	624.510 Aa	149.040 Bb	31.860 Bb	268.470
Médias	1.934	1.358	1.300	-	582.677	454.545	325.418	-
CV (%)		19,32				27,03		

Média de sete repetições. [1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. [ns] Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. *Valores transformados para $\sqrt{x}$ +1

presente estudo foi consideravelmente inferior em relação às pesquisas acima mencionadas. Entretanto, foi estabelecido que a dose máxima aplicada fosse de 1% (p/p), equivalente a 20 toneladas/ha e a profundidade de incorporação de 20 cm. Na prática, é possível que a matéria orgânica seja incorporada a profundidades inferiores à mencionada e seja aplicada apenas em reboleiras, o que é comum no manejo de nematóides. Entretanto, este limite hipotético foi assumido para estabelecer o limiar no qual a adoção de tal medida teria caráter sustentável. Sikora *et al.* (1973) observaram redução de 22% no número de galhas de *Meloidogyne* spp. quando incorporaram ao solo 4.000 kg/ha de bagaço de cana imediatamente antes do plantio de tomate, enquanto a sua incorporação 100-150 dias antes do plantio resultou na redução de 90%. Na corrente pesquisa, mesmo a adição do material vegetal em proporções cinco vezes superiores não permitiu a redução na população do nematóide. Em função da alta relação C/N do material (121/1), o curto período do experimento não favoreceu a total decomposição do resíduo e, conseqüentemente, seu possível efeito nematicida.

A adição ao solo de torta de mamona não reduziu o número de galhas induzidas por *M. javanica*. Todavia, houve decréscimo de 18% e 48% no número de ovos em parcelas tratadas com esse material orgânico, nas proporções de 0,5% e 1%, respectivamente. O efeito da torta de mamona no controle já foi estudado por outros pesquisadores, sendo evidenciada a eficiência do resíduo na supressão de *Meloidogyne* spp. (Singh *et al.*, 1988), *M. exigua* (Moraes, 1977) e *M. incognita* (Alam *et al*., 1980; Mashela & Nthangeni, 2002). Dentro os diversos compostos químicos presentes na torta de mamona, a ricina apresenta pronunciada atividade nematicida (Rich *et al.*, 1989). Com o incentivo de programas no Brasil para a produção de biodiesel, a torta de mamona tornar-se-á

mais facilmente disponível para os agricultores. Desta forma, novos estudos devem ser conduzidos para verificar seu efetivo potencial no controle de diferentes espécies de nematóides e até mesmo de outros patógenos de solo.

A incorporação de sementes de feijão-de-porco causou reduções do número de galhas de 81 e 98% e do número de ovos de 76 e 95%, nas concentrações de 0,5 e 1%, respectivamente, em relação à testemunha. Tal efeito supressor já tinha sido relatado por Silva *et al*. (2002), que observaram que a incorporação do material, na quantidade de 10 g/kg de solo, equivalente a maior dose adotada no presente trabalho, foi eficiente em reduzir o número de galhas e de massas de ovos de *M. incognita* em raízes de tomateiro. Tal como foi relatado por Silva *et al.* (2002), é possível que a presença de compostos nas sementes de feijão-de-porco, como as lectinas, tenha interferido na migração dos nematóides e, conseqüentemente, na localização das raízes, resultando em baixa penetração e baixos números de galhas e de ovos.

A busca por novas formas de controle de patógenos, tais quais os nematóides, tem ganhado impulso nos últimos anos e o uso de resíduos orgânicos tem demonstrado ser uma alternativa. Diante dos resultados obtidos, pode-se destacar o potencial da torta de mamona e, principalmente, das sementes de feijão-de-porco no controle de *M. javanica*.

Literatura Citada

AKHTAR, M. 1998. Biological control of plant-parasitic nematodes by neem products in agricultural soil. Applied Soil Biology, 7: 219-223.

AKHTAR, M. & M.M. ALAM. 1993. Utilization of waste materials in nematode control: A review. Bioresource Technology, 45: 1-7.

AKHTAR, M. & I. MAHMOOD. 1996. Control of plant-parasitic nematodes with organic and inorganic amendments in agricultural soil. Applied Soil Ecology, 4: 243-247

AKHTAR, M. & A. MALIK. 2000. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. Bioresource Technology, 74: 35-47.

ALAM, M.M.; M. AHMAD & A.M. KHAN. 1980. Effect of organic amendments on the growth and chemical composition of tomato, eggplant and chilli and their susceptibility to attack by *Meloidogyne incognita*. Plant and Soil, 57: 231-236.

BELTRÃO, N.E.M. & F.B. MELO. 2002. Ricinocultura consorciado com feijão vigna no semi-árido piauiense, visando à produção de biodiesel, emprego e renda. EMBRAPA Algodão, Campina Grande, 4 p.

BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, 6 (Suplemento): 553. (Resumo).

CHAVARRÍA-CARVAJAL, J.A. & R. RODRÍGUEZ-KÁBANA. 1998. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. Nematropica, 28: 7-18.

GOSWAMI, B.K. & K. VIJAYLAKSHMI. 1987. Effect of period of decomposition of oilseed cakes in soil on *Meloidogyne incognita* juveniles. Indian Journal of Nematology, 17: 84-86.

KHAN, M.R.; M.W. KHAN & H. SINGH. 1997. Management of root-knot disease of tomato by application of fly ash in soil. Plant Pathology, 46: 33-43.

KIEHL, E.J. 1985. Fertilizantes orgânicos. Editora Agronômica Ceres, Piracicaba, 429 p.

LINFORD, M.B.; Y. FRANCIS & J.M. OLIVEIRA. 1938. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. Soil Science, 45: 127-141.

LOPES, E.A.; S. FERRAZ, L.G. FREITAS, P.A. FERREIRA & D.X. AMORA. 2005. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Nematologia Brasileira, 29: 101-104.

MARBAN-MENDOZA, N.; A. JEYAPRAKASH, H.B. JANSON, R.A. DAMON Jr, & B.M. ZUCKERMAN. 1987. Control of root-knot nematodes on tomato by lectins. Journal of Nematology, 19: 331-335.

MARBAN-MENDOZA, N.; M.B. DICKLOW & B.M. ZUCKERMAN. 1992. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. Fundamental and Applied Nematology, 15: 87-108.

MASHELA, P.W. & M.E. NTHANGENI. 2002. Efficacy of *Ricinus communis* fruit meal with and without *Bacillus* species on supression of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. Journal of Phytopatology, 150: 399-402.

McSORLEY, R. & R.N. GALLAHER. 1995. Effect of yard compost on plant-parasitic nematodos densities in vegetable crops. Journal of Nematology, 27: 545-549.

MIAN, I.H. & R. RODRÍGUEZ-KÁBANA. 1982. Survey of the nematicidal properties of some organic materials available in Alabama as amendments to soil foi control of *Meloidogyne arenaria.* Nematropica, 12(2): 235-246.

MORAES, M.V. 1977. Teste preliminar para a determinação do poder nematicida das tortas. II Reunião de Nematologia, Sociedade Brasileira de Nematologia, 193-196.

RICH, J.R.; G.S RAHI, C.H. OPPERMAN & E.L. DAVIS. 1989. Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita*. Nematropica, 19(1): 99-103.

RITZINGER, C.H.S. & R. McSORLEY. 1998. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. Nematropica, 28(2): 173-185.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; G. MORGAN-JONES & I. CHET. 1987. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. Plant and Soil, 100: 237-247.

SANTOS, I.C. & A. FONTANÉTTI. 2007. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.). IN: PAULA JÚNIOR, T.J. & M. VENZON (Coordenadores). 101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte, EPAMIG, p. 349-350.

SIKORA, R.A.; R.S. SINGH & K. SITARAMAIAH. 1973. Control of root-knot through organic and inorganic soil amendments. 3: Effect of rice husk and sugarcane bagasse. Haryana J. Hort. Sci., 2: 123-127.

SILVA, G.S.; I.M.R. SOUZA & F.A. CUTRIM. 2002. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. Fitopatologia Brasileira, 27: 412-413.

SINGH, S.K.; M.R. KHAN & A.A. KHAN. 1988. Effect of organic soil amendment on rhizosphere fungi and root-knot nematode on eggplant cv. PPL. Indian Journal of Applied and Pure Biology, 3: 103-106.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (computer program manual). Tulsa, OK: Statsoft Inc. (http://www.statsoft.com).

STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. CAB International, Wallingford, 282p.

TROCONI, N.M.; S. FERRAZ, J.M. SANTOS & A.J. REGAZZI. 1986. Avaliação do efeito da palha de café, misturado ao solo, no desenvolvimento de *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887, em mudas de cafeeiro. Nematologia Brasileira, 10: 85-102.

ZAMBOLIM, L.; M.A. SANTOS, W.F. BECKER & G.M. CHAVES. 1996. Agro-waste soil amendments for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. Fitopatologia Brasileira, 21: 250-253.

ZUCKERMAN, B.M. 1983. Hypotheses and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. Journal of Nematology, 15: 173-182.

ARTIGO 3

POTENCIAL DE ISOLADOS DE FUNGOS NEMATÓFAGOS NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica.*

Potencial de isolados de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*[1]

EVERALDO ANTÔNIO LOPES, SILAMAR FERRAZ, PAULO AFONSO FERREIRA, LEANDRO GRASSI DE FREITAS, ONKAR DEV DHINGRA, CRISTIANE GONÇALVES GARDIANO & SÍLVIA LEÃO CARVALHO.

[1]Parte da tese do primeiro autor apresentada à UFV para a obtenção do grau de Doutor.

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 36570-000, Viçosa/MG, E-mail: everaldolopes@hotmail.com

Resumo: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, L.G. Freitas, O. D. Dhingra, C. G. Gardiano & S. L. Carvalho. 2006. Potencial de isolados de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*.

Quatro espécies de *Arthrobotrys* (*A. musiformis*, A. oligospora, *A. conoides* and *A. robusta*), uma de *Monacrosporium* (*M. thaumasium*) e quatro isolados de *Pochonia chlamydosporia* foram avaliados quanto ao seu potencial para controlar *Meloidogyne javanica*, em casa de vegetação. O inóculo do fungo e os ovos do nematóide foram adicionados simultaneamente em vasos plásticos contendo solo tratado com brometo de metila. Uma muda de tomateiro foi transplantada em cada vaso após uma semana. O peso das raízes e os números de galhas e de ovos por planta foram avaliados após 60 dias. Os isolados I-28 e I-30 de *P. chlamydosporia* reduziram o número de ovos do nematóide de 75,3 a 85,6%. Os isolados de *Arthrobotrys* e *Monacrosporium* não tiveram efeito sobre a população do nematóide.

Palavras-chave: nematóide das galhas, *Arthrobotrys*, *Monacrosporium, Pochonia chlamydosporia*.

Summary: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, L.G. Freitas, O. D. Dhingra, C. G. Gardiano & S. L. Carvalho. 2006. Potential of isolates of nematophagous fungi to control of *Meloidogyne javanica*.

Four species of *Arthrobotrys* (*A*. *musiformis*, *A*. *oligospora*, *A*. *conoides* and *A*. *robusta*), one of *Monacrosporium* (*M*. *thaumasium*), and four isolates of *Pochonia chlamydosporia* were evaluated regarding their potential to control of *Meloidogyne javanica*, under greenhouse conditions. The fungus inoculum and the nematode eggs were added simultaneously into the plastic pots containing methyl-bromide treated soil. One tomato seedling was transplanted per pot after one week. The weight of the root system, and the numbers of galls and eggs per plant were evaluated 60 days later. The isolates I-28 and I-30 of *P*. *chlamydosporia* reduced the number of eggs of the nematode, by 75.3 to 85.6%. The isolates of *Arthrobotrys* and *Monacrosporium* had no effect on the nematode population.

Keywords: root-knot nematodes, *Arthrobotrys*, *Monacrosporium, Pochonia chlamydosporia*.

Introdução

Os nematóides passam todo ou parte do seu ciclo de vida no solo, um dos mais complexos ambientes. Sua atividade no solo não é só influenciada pela variação de fatores físicos como temperatura, umidade e aeração, mas também por um grande número de organismos, incluindo outros nematóides, bactérias, fungos, algas, protozoários, insetos, ácaros e outros animais do solo. O componente biológico do ecossistema do solo é particularmente importante em limitar ou estabilizar as populações dos nematóides através de mecanismos de competição, parasitismo e produção de compostos tóxicos. A ação destes organismos na manutenção das populações de nematóides em níveis inferiores aos que ocorreria na sua ausência é geralmente conhecido como controle biológico (Stirling, 1991; Chen & Dickson, 2004).

Um grupo especial de inimigos naturais dos nematóides que tem sido muito estudado pela comunidade científica são os fungos nematófagos. Estes organismos apresentam a capacidade de capturar, matar e digerir os nematóides. Eles compreendem três grupos distintos: os endoparasitas, os predadores e os parasitas de ovos. Por serem muito dependentes de água, os endoparasitas têm pequeno potencial de uso prático. Os predadores, como os pertencentes aos gêneros *Arthrobotrys* e *Monacrosporium*, capturam os estádios vermiformes dos nematóides através de estruturas especializadas. Por outro lado, *Paecilomyces lilacinus* (Thomn.) Samson e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams, sinonímia *Verticillium chlamydosporium*, parasitam ovos e fêmeas, colonizando-os e consumindo-os completamente (Nordbring-Hertz *et al*., 2002). Os fungos predadores e os parasitas de ovos são certamente os grupos mais estudados e

que apresentam o maior potencial de biocontrole (Jatala, 1986; Nordbring-Hertz *et al*., 2002).

Os primeiros experimentos para o controle de nematóides utilizando fungos nematófagos foram realizados no Havaí, por Linford & Yap (1939). Os pesquisadores testaram a eficiência de *A. oligospora* Fresenius, *M. ellipsosporum* (Preuss) Cooke & Dickinson, *A. musiformis* Drechsler, *Dactylaria candida* (Nees ex Peers.) Saccardo e *M. thaumasium* (Drechsler) Schenck, Kendrick & Pramer, no controle de *Meloidogyne* spp. em plantas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr.). Desde então, vários estudos têm demonstrado o potencial destes organismos como agentes biocontroladores de nematóides (Mankau, 1980; Jatala, 1986; Stirling, 1991; Ferraz & Santos, 1995; Siddiqui & Mahmood, 1996), seja envolvendo a aplicação de fungos predadores (Dalla Pria, 1992; Naves & Campos, 1993; Dias & Ferraz, 1994; Robinson & Jaffee, 1996; Stirling & Smith, 1998; Oliveira *et al*., 2002; Soares *et al*., 2005 a,b), bem como utilizando *P. chlamydosporia* (De Leij *et al*., 1993; Stirling & Smith, 1998; Atkins *et al*., 2003; Verdejo-Lucas *et al*., 2003; Hidalgo *et al*., 2005).

A combinação de fungos nematófagos com diferentes formas de ação, tais quais os predadores e parasitas de ovos, e, também, com matéria orgânica, aumenta a possibilidade do estabelecimento dos fungos, potencializando o controle dos nematóides (Stirling, 1991). A combinação de agentes de controle biológico é uma abordagem que tem ganhado mais impulso, principalmente, nos últimos 10 anos. Diversos autores têm verificado o efeito das combinações sobre o vigor das plantas e supressão no número de fêmeas, ovos, juvenis e galhas, principalmente envolvendo espécies de *Meloidogyne* (Stirling, 1991; De Leij *et al*., 1992; Siddiqui *et al*., 1999; Siddiqui & Shaukat, 2003). Entretanto, para se reduzir

o número de combinações possíveis, a seleção dos melhores isolados de cada grupo deve ser realizada e, em seguida, devem ser estudados em conjunto, associados ou não ao uso de matéria orgânica. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de seis isolados de fungos predadores (cinco de *Arthrobotrys* e um de *Monacrosporium*) e de quatro isolados de *P. chlamydosporia* no controle de *M. javanica* (Treub) Chitwood.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

1. Obtenção e preparo do inóculo de *M. javanica*

O inóculo de *M. javanica* consistiu de ovos obtidos de população pura do nematóide, coletados de raízes de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.), mantidos em casa de vegetação. Os ovos foram extraídos como descrito por Hussey & Barker (1973), modificado por Boneti & Ferraz (1981).

2. Obtenção dos isolados fúngicos

Os isolados de fungos predadores *Arthrobotrys conoides* Drechsler isolado 'I40', *A. robusta* Duddington 'I31', *A. musiformis* Drechsler 'Vet', *Monacrosporium thaumasium* (Drechsler) de Hoog & Oorschot 'NF 34 A', *A. oligospora* Fresenius 'Jab' e *A. musiformis* 'Jab' e os quatro isolados de *P. chlamydosporia* (I-27, I-28, I-29 e I-30) avaliados neste trabalho fazem parte da coleção do Laboratório de Controle Biológico de Fitonematóides/BIOAGRO, do Departamento de

Fitopatologia da UFV. Esses são mantidos a 4 °C, em geladeira, preservados através da técnica de conservação em sílica-gel (Smith & Onions, 1983).

3. Produção do inóculo fúngico

O inóculo de *Arthrobotrys* spp. e *Monacrosporium* spp. foi produzido em grãos de arroz beneficiado, conforme o descrito por Freitas *et al*. (1999). Os grãos foram depositados em frascos erlenmeyer de 500 mL na quantidade de 80 g por frasco, e, após 10 minutos de embebição, o excesso de água foi descartado e os frascos foram autoclavados por 20 minutos a 120 °C. Cada frasco, após atingir a temperatura ambiente, recebeu dois discos (9 mm de diâmetro) de cultura fúngica em CMA ('corn meal agar'), permanecendo por 15 dias no escuro, a 25 °C.

O inóculo de *P. chlamydosporia* foi produzido em milho triturado (canjiquinha), conforme descrito por Dalla Pria (1992). O processo de produção foi semelhante ao anterior, com exceção do tempo de embebição de 20 minutos.

4. Experimento de biocontrole

Os fungos nematófagos foram estudados de acordo com a sua estratégia de parasitismo, em experimentos independentes. Foram avaliados seis isolados de fungos predadores (*Arthrobotrys* ou *Monacrosporium*) e quatro de *P. chlamydosporia*, parasita de ovos e de fêmeas. Duas testemunhas foram utilizadas em ambos os experimentos. Uma foi caracterizada pela adição ao solo do substrato de crescimento do fungo (arroz ou milho triturado) e do inóculo do nematóide e a outra pela adição apenas do inóculo do nematóide. Cada experimento foi conduzido duas vezes.

O primeiro experimento com fungos predadores e *P. chlamydosporia* foi conduzido entre 12 de setembro e 12 de novembro de 2005. Durante este período, a temperatura média do ar foi de 26 °C, a média das máximas igual a 32 °C e a média das mínimas, 19 °C. O segundo experimento foi conduzido de 14 de fevereiro a 14 de abril de 2006. A temperatura média foi 25 °C, a média das máximas igual a 30 °C e a média das mínimas, 17 °C.

O solo utilizado para o crescimento das plantas foi composto da mistura de terriço e areia, na proporção 1:1 (p/p), tratado com brometo de metila na dosagem de 80 cm^3/m^3. Nos experimentos com *P. chlamydosporia* e no primeiro com os fungos predadores, 2 Kg de solo e 2 g do substrato colonizado ou não pelo respectivo isolado fúngico foram colocados em um saco plástico de 5 L de capacidade, o qual teve sua boca fechada e foi agitado manualmente para promover a homogeneização do solo com o inóculo. O solo foi acondicionado em vaso de plástico de 2 L de capacidade. Em 2 g de substrato colonizado por *P. chlamydosporia*, a produção de clamidósporos pelos isolados I-27, I-28, I-29 e I-30 foi de 450.000, 600.000, 380.000 e 550.000 clamidósporos, respectivamente. Desta forma, foram incorporados 225, 300, 190 e 250 clamidósporos por grama de solo. O solo de cada vaso foi infestado com 5.000 ovos de *M. javanica,* revolvido e mantido na capacidade de campo por uma semana. No segundo experimento com os fungos predadores, a quantidade de inóculo fúngico incorporada ao solo foi maior que no primeiro. Nesse caso, 1 kg do solo mencionado anteriormente foi homogeneizado com 2 g do substrato colonizado ou não pelo respectivo isolado fúngico e, em seguida, acondicionado em vasos de argila de 1 L de capacidade. O solo de cada vaso foi infestado com 2.500 ovos de *M. javanica,* revolvido e

mantido na capacidade de campo por uma semana. Após este período, uma muda de tomateiro Santa Cruz 'Kada' foi transplantada para cada vaso.

Sessenta dias após o transplantio, foram avaliados o peso das raízes e os números de galhas e de ovos do nematóide por sistema radicular.

As plantas foram adubadas e irrigadas sempre que necessário.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi repetido sete vezes e a parcela experimental foi constituída por um vaso com uma planta de tomate.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Statistica (Statsoft, 2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias de Tukey, quando necessário, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Nenhum isolado dos fungos predadores alterou significativamente ($P \leq 0,05$) o peso das raízes de tomateiro, tampouco reduziu a população de *M. javanica,* mesmo no experimento 2, em que foi aplicada uma maior quantidade do inóculo fúngico (Tabela 1).

Embora seja relatada a eficiência dos fungos predadores no controle de nematóides (Stirling, 1991; Siddiqui & Mahmood, 1996; Chen & Dickinson, 2004), vários resultados apresentados são negativos ou inconsistentes (Duddington *et al*., 1956; Santos *et al*., 1992; Siddiqui & Mahmood, 1996; Ribeiro & Ferraz, 1999). Apesar de seu sofisticado mecanismo de predação, esses fungos dependem de uma rápida colonização do solo para que sejam eficientes no manejo de nematóides. Eles atuam predando juvenis que estão se locomovendo no solo à

Tabela 1 – Efeito de seis isolados de fungos predadores sobre o peso das raízes, o número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de tomateiros Santa Cruz 'Kada', aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Peso de raízes (g)		№ de galhas		№ de ovos	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2*	Exp. 1	Exp. 2+
Arthrobotrys conoides I40	10,99 ns	15,93 ns	798 ns	989 ns	550.307 ns	814.339 ns
Arthrobotrys robusta I31	11,83	12,92	808	839	342.762	782.229
Arthrobotrys oligospora	12,66	12,81	759	1.036	339.973	796.693
Arthrobotrys musiformis Jab	13,41	13,61	852	924	444.358	916.650
Arthrobotrys musiformis Vet	12,35	12,78	783	886	389.796	784.882
Monacrosporium thaumasium NF 34 A	11,43	16,35	939	1.074	424.676	979.811
Testemunha (Arroz + nematóide)	10,39	14,04	939	1.006	438.619	683.582
Testemunha (Nematóide)	13,13	13,36	1.079	960	414.509	913.854
CV (%)	26,29	20,15	25,87	15,17	48,49	33,02

Média de sete repetições. ns Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Valores transformados para o $Log_{10}(X)$.

+ Valores transformados para a $\sqrt{x}$.

procura de raízes. Todavia, a partir do momento em que os nematóides penetram nas raízes da planta hospedeira, eles ficam protegidos do parasitismo dos fungos predadores e, desta forma, os antagonistas devem esperar pela eclosão de novos juvenis. Portanto, como pode ter ocorrido no presente trabalho, o pico de crescimento máximo do fungo não coincidiu com a emergência e penetração dos juvenis nas raízes, considerando que as condições experimentais foram favoráveis à rápida eclosão e penetração dos nematóides. A faixa de temperatura ótima para a eclosão de juvenis de *M. javanica* é de 25 a 30 °C (Shepheard & Clarke, 1971) e as temperaturas médias registradas foram de 26 e 25 °C no primeiro e segundo experimento, respectivamente. Outro fator que pode ter afetado o desempenho dos isolados foi a ausência de matéria orgânica no solo, com exceção do próprio substrato de crescimento do fungo. A presença de matéria orgânica ao solo pode aumentar a germinação dos esporos, no crescimento micelial, na atividade predatória do fungo e favorecer a competição desses fungos com os demais organismos do solo (Payne & Lynch, 1988; Reddy & Khan, 1989; Ribeiro *et al.*, 1999). Cooke (1968), estudando as relações ecológicas nas quais os fungos predadores estão envolvidos, identificou problemas associados com seu uso como agentes de controle biológico. Segundo o autor, para ocorrer a predação é necessário que haja crescimento micelial e a formação de armadilhas. Os dois processos requerem energia, que pode ser suprida por uma fonte de carboidratos. Desta forma, a adição de matéria orgânica ao solo, seguida por um curto período de tempo, aumenta a atividade dos fungos predadores. Entretanto, em alguns casos, a veiculação do fungo apenas com o seu substrato de crescimento, como o arroz, milho ou trigo, favoreceu o

crescimento do antagonista e o controle de nematóides (Dalla Pria, 1992; Dias & Ferraz, 1994). Em face dos resultados obtidos, faz-se necessária posterior investigação da associação dos isolados estudados com diferentes fontes de matéria orgânica.

Os isolados I-28 e I-30 de *P. chlamydosporia* promoveram reduções significativas no número de ovos de *M. javanica* ($P \leq 0,05$), em ambos os experimentos, diferindo das testemunhas (Tabela 2). Quando comparados com as parcelas que continham apenas o nematóide, o isolado I-30 reduziu em 79,5% e 85,6% a reprodução do nematóide, e, para o isolado I-28, as reduções foram da ordem de 76,7% e 75,3%, no primeiro e no segundo experimento, respectivamente. O isolado I-29 não diferiu da testemunha só com nematóide no primeiro experimento, mas diferiu de ambas as testemunhas no segundo, reduzindo em 54,1% e 76% o número de ovos, respectivamente. O isolado I-27 não diferiu da testemunha só com nematóide no primeiro experimento e da testemunha com milho no segundo experimento. Nenhum isolado de *P. chlamydosporia* reduziu o número de galhas de *M. javanica*. A eficiência do fungo em parasitar os ovos ainda no solo e, conseqüentemente, reduzir o número de nematóides que irão penetrar nas raízes do hospedeiro, está relacionada com a temperatura e o estádio de desenvolvimento do ovo. Em geral, os isolados de *P. chlamydosporia* colonizam os ovos na fase de multiplicação celular e desenvolvimento embrionário mais agilmente que os ovos com juvenis. Além disso, os juvenis de segundo estádio 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 nematóides móveis

Tabela 2 – Efeito de quatro isolados de *Pochonia chlamydosporia* sobre o peso das raízes, o número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de tomateiros Santa Cruz 'Kada', aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Peso de raízes (g)		№ de galhas		№ de ovos	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2*	Exp. 1*	Exp. 2+
P. chlamydosporia I-27	14,62 ns	17,90 ns	1.026 ns	1.385 ns	131.586 bc (-63,8) **	144.609 bc (-57,6)**
P. chlamydosporia I-28	14,86	13,34	963	1.339	84.673 c (-76,7)	84.426 c (-75,3)
P. chlamydosporia I-29	14,60	15,17	1.039	1.236	166.733 bc (-54,1)	81.769 c (-76,0)
P. chlamydosporia I-30	15,08	14,47	969	1.372	74.386 c (-79,5)	49.139 c (-85,6)
Testemunha (Milho + Nematóide)	16,81	13,82	1.124	1.242	688.719 a (+89,5)	278.776 ab (-18,3)
Testemunha (Nematóide)	16,34	17,24	1.297	1.827	363.357 ab	341.262 a
CV (%)	15,35	28,27	31,84	31,99	3,97	25,52

ns Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Valores transformados para o Log_{10} (x). + Valores transformados para a $\sqrt{x}$

** Percentual de redução (-) ou acréscimo (+) no número de ovos ao serem comparados os tratamentos com a testemunha só com nematóide.

não são parasitados pelo fungo (Kerry & Bourne, 2002). 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 nematóide no solo. Todavia, devido à redução do número de ovos do nematóide, como o observado neste trabalho, em um futuro ciclo de cultivo a população do nematóide já estaria reduzida, podendo refletir na diminuição significativa do número de galhas.

P. chlamydosporia produz clamidósporos, estruturas de resistência, que favorecem sua longa sobrevivência no solo. Esse fungo foi um dos principais responsáveis pelo declínio natural da população do nematóide do cisto dos cereais, *Heterodera avenae* Woll., sob monocultura de cereais na Inglaterra (Kerry *et al.*, 1982). Além disso, tais estruturas facilitam a produção de inóculo e a formulação de produtos à base de *P. chlamydosporia*. Geralmente, o fungo é aplicado na concentração de 5.000 clamidósporos/g de solo (Kerry, 2001). Todavia, o ele pode promover a redução da população do nematóide mesmo em quantidades inferiores a esta. O isolado I-28, o que mais produziu clamidósporos, foi aplicado na ordem de 300 clamidósporos/g de solo e, ainda assim, reduziu em mais de 70% o número de ovos de *M. javanica*. Embora o fungo tenha sido aplicado ao solo juntamente com o micélio, que também contribui para o estabelecimento do antagonista no solo, os clamidósporos são as formas mais eficientes de inóculo (Kerry, 2001). Outro fator positivo relacionado ao uso de *P. chlamydosporia* no controle de nematóides é sua capacidade saprofítica, podendo sobreviver no solo sem a presença do nematóide (Siddiqui & Mahmood, 1996; Kerry, 2001).

Devido ao potencial *P. chlamydosporia* no controle de nematóides e em função dos resultados consistentes em ambos os experimentos, os isolados I-28 e I-30 serão estudados posteriormente, visando a sua aplicação integrada no manejo de nematóides.

Agradecimentos

Alguns isolados fúngicos utilizados nos experimentos foram gentilmente cedidos por Pedro Luiz M. Soares (Unesp-Jaboticabal), Artur Kanadani Campos (Departamento de Veterinária-UFV) e Rosângela Dallemolle Giaretta (Departamento de Fitopatologia-UFV).

Literatura Citada

ATKINS, S.D.; L. HIDALGO, H. KALISZ, T.H. MAUCHLINE, P.R. HIRSCH & B.R. KERRY. 2003. Development of a new management strategy for the control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic vegetable production. Pest Management Science, 59: 183-189.

BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, 6 (Suplemento): 553. (Resumo).

CHEN, S. & D.W. DICKINSON. 2004. Biological control of nematodes by fungal antagonists. IN: CHEN, Z.; S. CHEN & D.W. DICKINSON (Eds). Nematology – Advances and Perspectives. Volume II: Nematode

Management and Utilization. Beinjing & Wallingford, Tsinghua University Press & CABI Publishing, p. 979-1039.

COOKE, R.C. 1968. Relationships between nematode-destroying fungi and soil-borne phytonematodes. Phytopathology, 58: 909-913.

DALLA PRIA, M. 1992. Controle biológico de *Meloidogyne incognita,* raça 3, pelos fungos *Verticillium chlamydosporium* e espécies de *Monacrosporium,* isolados ou combinados. Universidade Federal de Viçosa, Tese de Mestrado em Fitopatologia, Viçosa, 101 p.

DE LEIJ, F.A.A.M.; K.G. DAVIES & B.R. KERRY 1992. The use of *Verticillium chlamydosporium* Goddard and *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr alone and in combination to control *Meloidogyne incognita* on tomato plants. Fundamental and Applied Nematology, 15: 235-242.

DE LEIJ, F.A.A.M.; B.R. KERRY & J.A DENNEHY. 1993. *Verticillium chlamydosporium* as a biological control agent for *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* in pot and micro-plot tests. Nematologica, 39: 115-126.

DIAS, W.P. & S. FERRAZ. 1994. Avaliação de espécies de *Arthrobotrys* para o controle de *Meloidogyne incognita*. Fitopatologia Brasileira, 19: 189-192.

DUDDINGTON, C.L.; F.G.W. JONES & F. MORIARTY. 1956. The effect of predacious fungus and organic matter upon the soil population of beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schm. Nematologica, 1: 344-348.

FERRAZ, S. & M.A. SANTOS. 1995. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. Revisão Anual de Proteção de Plantas, 3: 283-314.

FREITAS, L.G.; S. FERRAZ & A.M.S. ALMEIDA. 1999. Controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro pela produção de mudas em substrato infestado com *Paecilomyces lilacinus*. Nematologia Brasileira, 23: 65-73.

HIDALGO, L.; A. PUERTAS, B. PETEIRA, N. MONTES DE OCA, J. ARÉVALO, M.A. HERNANDÉZ & B. KERRY. 2005. Effect of Klamic on the reduction of *Meloidogyne incognita* populations in vegetable crops. Nematropica, 35: 77.

JATALA, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489.

KERRY, B.R. 2001. Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). IN: BUTT, T.M.; C. JACKSON & N. MAGAN (Eds). Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential. CAB International, Wallingford, 380p.

KERRY, B.R. & J.M. BOURNE. 2002. A manual for research on *Verticillium chlamydosporium*, a potential biological control agent for root-knot nematodes. International Organization for Biological and Integrated Control for Noxious Animals and Plants, Gent, Belgium, 84 p.

KERRY, B.R.; D.H. CRUMP & L.A. MULLEN. 1982. Studies of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals 1975 – 1978. II. Fungal parasitism of nematode eggs and females. Annals of Applied Biology, 100: 489-499.

LINFORD, M.B. & F. YAP. 1939. Root-knot nematode injury restricted by a fungus. Phytopathology, 29: 596-608.

MANKAU, R. 1980. Biocontrol: fungi as nematode control agents. Journal of Nematology, 12: 244-252.

NAVES, R.L. & V.P. CAMPOS. 1993. Época de aplicação e testes de isolados de fungos predadores no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. Nematologia Brasileira, 17: 182-192.

NORDBRING-HERTZ, B.; H.B. JANSSON & A. TUNLID. 2002. Nematophagous fungi. In: Encyclopedia of Life Sciences. Macmillan Publishers, Basingstoke, 10 p.

OLIVEIRA, R.D.L.; S. FERRAZ & C.R. DIAS-ARIEIRA. 2002. Eficácia de isolados de *Arthrobotrys* spp. no controle de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. Nematologia Brasileira, 26: 49-57.

PAYNE, C.C. & J.M. LYNCH. 1998. Biological Control. IN: LYNCH, J.M. & HOBBIE, J.E. (Eds). Concepts and applications in microbial ecology. Oxford, Blackwell, p. 261-287.

REDDY, P.P. & R.M. KHAN. 1989. Evaluation of biocontrol agent *Paecilomyces lilacinus* and carbofuran for the management of *Rotylenchulus reniformis* infecting brinjal. Pakistan Journal of Nematology, 7: 55-59.

RIBEIRO, R.C.F. & S. FERRAZ. 1999. Avaliação da capacidade de estabelecimento de *Monacrosporium* no solo via tratamento de sementes. Nematologia Brasileira, 23: 84-91.

RIBEIRO, R.C.F.; S. FERRAZ & E.H. MIZOBUTSI. 1999. Avaliação da eficiência de isolados de *Monacrosporium* spp. no controle de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. Nematologia Brasileira, 23: 48-61.

ROBINSON, A.F. & B.A. JAFFEE. 1996. Repulsion of *Meloidogyne incognita* by alginate pellets containing hyphae of *Monacrosporium cionopagum*, *M. ellipsosporum* or *Hirsutella rhossiliensis.* Journal of Nematology, 28: 133-147.

SANTOS, M.A. dos; S. FERRAZ & J.J. MUCHOVEJ. 1992. Evaluation of 20 species of fungi from Brazil for the biocontrol of *Meloidogyne incognita* race 3. Nematropica, 22: 183-192.

SHEPHERD, A.M. & A.J. CLARKE. 1971. Molting and hatching stimuli. IN: ZUCKERMAN, B.M.; W.F. MAI & R.A. ROHDE (Eds). Plant Parasitic Nematodes. New York, Academic Press, p. 267-287.

SIDDIQUI, I.A. & SS. SHAUKAT. 2003. Combination of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pochonia chlamydosporia* for control of root-knot infecting fungi in tomato. Journal of Phytopathology, 151: 215-222.

SIDDIQUI, M.A.; S. EHTESHAMUL-HAQUE & A. GHAFFAR. 1999. Use of *Pseudomonas aeruginosa* and fungal antagonists in the control of root-knot rot disease complex on mungbean and mashbean. Pakistan Journal of Nematology, 17: 155-167.

SIDDIQUI, Z.A. & I. MAHMOOD. 1996. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: A review. Bioresource Technology, 58: 229-239.

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

SOARES, P.L.M.; B.F.F. BARBOSA, M.H. NOZAKI, J.M. SANTOS, J.C. BARBOSA & A.M. MÚSCARI. 2005a. Controle biológico de *Meloidogyne*

incognita e *Rotylenchulus reniformis* na cultura da alface em ambiente protegido. Nematologia Brasileira, 29: 112.

SOARES, P.L.M.; M.P.S. FERRAZ, B.F.F. BARBOSA, M.H. NOZAKI, BRAZ, L.T.; J.M. SANTOS, J.C. BARBOSA & A.M. MÚSCARI. 2005b. Controle biológico de *Meloidogyne incognita* na produção comercial de pimentão em ambiente protegido. Nematologia Brasileira, 29: 112-113.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (computer program manual). Tulsa, OK: Statsoft Inc. (http://www.statsoft.com).

STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. CAB International, Wallingford, 282p.

STIRLING, G.R. & L.J. SMITH. 1998. Field tests of formulated products containing either *Verticillium chlamydosporium* or *Arthrobotrys dactyloides* for biological control of root-knot nematodes. Biological Control, 11: 231-239.

VERDEJO-LUCAS, S.; F.S. SORRIBAS, C. ORNAT & M. GALEANO. 2003. Evaluating *Pochonia chlamydosporia* in a double-cropping system of lettuce and tomato in plastic houses infested with *Meloidogyne javanica*. Plant Pathology, 52: 521-528.

ARTIGO 4

FORMULAÇÃO DE CONDICIONADORES DE SOLO PARA O CONTROLE DE *Meloidogyne javanica*

Formulação de condicionadores de solo para o controle de *Meloidogyne javanica*[1]

EVERALDO ANTÔNIO LOPES, SILAMAR FERRAZ, PAULO AFONSO FERREIRA, SÍLVIA LEÃO CARVALHO, LEANDRO GRASSI DE FREITAS, CRISTIANE GONÇALVES GARDIANO & ONKAR DEV DHINGRA

[1]Parte da tese do primeiro autor apresentada à UFV para obtenção do grau de Doutor.

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 36570-000, Viçosa/MG, E-mail: everaldolopes@hotmail.com

Resumo: Lopes, E.A., S. Ferraz, P.A. Ferreira, S.L. Carvalho, L.G. Freitas, C. G. Gardiano & O. D. Dhingra. 2006. Formulação de condicionadores de solo para o controle de *Meloidogyne javanica*.

O efeito de oito condicionadores de solo no controle de *Meloidogyne javanica* foi estudado em casa de vegetação. No primeiro experimento, foram preparados e avaliados, independentemente, dois grupos de condicionadores de solo. No grupo 1, a formulação básica dos produtos foi composta pela mistura de cascas de café e torta de mamona e, no grupo 2, pela mistura de fibra de coco e torta de mamona. Os tratamentos foram representados por condicionadores contendo apenas a formulação básica (1A e 2A); esta formulação acrescida do inóculo do fungo nematófago *Pochonia chlamydosporia* (1B e 2B); folhas secas trituradas de mamona (*Ricinus communis*), de falso-boldo (*Plectranthus barbatus*) e sementes trituradas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) adicionadas à fórmula básica (1C e 2C)

e, por fim, estes últimos condicionadores acrescidos de *P. chlamydosporia* (1D e 2D). Sessenta gramas dos condicionadores e 5.000 ovos do nematóide foram adicionados no solo de vasos de 2 L e mudas de tomateiro foram transplantadas após uma semana. O peso das raízes de tomateiros, o número de galhas e o número de ovos por sistema radicular foram avaliados após 60 dias. No segundo experimento, apenas os condicionadores 1A, 1D, 2A e 2D foram estudados, sendo adotados os mesmos procedimentos metodológicos. Uma formulação à base de talco contendo *Bacillus cereus* AUT 06 foi adicionada aos condicionadores 1D e 2D. As avaliações foram realizadas ao final de 60 dias e, em cinco vasos de cada tratamento, após a retirada das plantas, foi replantada uma muda de tomateiro. Após 30 dias, as avaliações foram realizadas. O peso das raízes não foi influenciado significativamente por nenhum tratamento no primeiro experimento. Todos os condicionadores, exceto o 1A, reduziram o numero de galhas e de ovos de *M. javanica*, especialmente o 1D e o 2D. No segundo experimento, o peso das raízes dos tomateiros foi maior nas parcelas contendo todos os condicionadores, principalmente com o 1D. Com exceção da utilização do condicionador 2A, o número de galhas foi reduzido pela aplicação dos demais, principalmente o 1D e 2D. O número de ovos de *M. javanica* foi reduzido nas parcelas tratadas com todas as formulações, em especial pelas 1A e 1D.

Palavras-chave: nematóide das galhas, matéria orgânica, controle biológico, controle alternativo.

Summary: Lopes, E.A., S. Ferraz, P. A. Ferreira, D. X. Amora, L.G. Freitas, C. G. Gardiano & O. D. Dhingra. 2006. Formulation of soil conditioners for the control of *Meloidogyne javanica*.

The effect of eight potential soil conditioners on the control of *Meloidogyne javanica* was studied under greenhouse conditions. In the first experiment, two groups of soil conditioners were prepared and evaluated independently. In the group 1, the basic formulation was prepared by mixing coffee husks and castorbean cake, and in the group 2 coconut fiber replaced coffee husk. The treatments were prepared only with the basic formulation (1A and 2A); These basic formulation were enriched with the fungus *Pochonia chlamydosporia* (1B and 2B). Dry leaves of castor (*Ricinus communis*), coleus (*Plectranthus barbatus*) and jackbean (*Canavalia ensiformis*) seed powder(1C and 2C), were also further enriched with *P. chlamydosporia* (1D and 2D). Sixty grams of the soil conditioners and 5,000 eggs of *M. javanica* were mixed with soil in 2 L pot and after one week a tomato seedling was transplanted in each pot. The root system weight and gall and egg number per root system were evaluated after sixty days. The second experiment was conducted using only 1A, 1D, 2A and 2D, and the following same methods and parameters of evaluations. The soil amended with 1D and 2D also received a talc-based formulation of *Bacillus cereus* AUT 06. After removing the plants, five pots were replanted with tomato seedlings, and in this case, root weight and gall and egg number were evaluated after thirty days. In the first experiment, none of the treatments had significant effect on the root weight, but all soil conditioners, except 1A, reduced the number of galls and eggs of *M. javanica,* with1D and 2D

being more effective. In the second experiment, the root weight was higher in the soils amended with all conditioners, with 1D being more effective. The egg and gall number of *M. javanica* was reduced by all formulations, except 2A which did not reduce gall number.

Keywords: root-knot nematodes, organic amendment, biological control, alternative control.

Introdução

A atividade do solo não é influenciada apenas pela variação de fatores físicos como temperatura, umidade e aeração, ou pela presença de matéria orgânica, mas também por um grande número de organismos, incluindo outros nematóides, bactérias, fungos, algas, protozoários, insetos, ácaros e outros animais do solo. O componente biológico do ecossistema do solo é particularmente importante em limitar ou estabilizar as populações dos patógenos de solo, a exemplo dos nematóides, através de mecanismos de competição, parasitismo e produção de compostos tóxicos. A ação destes organismos na manutenção das populações de nematóides em níveis inferiores do que ocorreria na sua ausência é geralmente conhecido como controle biológico (Stirling, 1991; Chen & Dickinson, 2004a). Entre os antagonistas citados, os fungos nematófagos e as bactérias têm sido os mais estudados (Chen & Dickinson, 2004 a,b).

Os fungos nematófagos apresentam a capacidade de capturar, matar e digerir os nematóides. Eles compreendem três grupos distintos: os predadores e os endoparasitas, que atacam os estádios vermiformes dos nematóides, através de estruturas especializadas, e os parasitas de ovos, que atacam estes estádios com suas pontas de hifas (Nordbring-Hertz *et al.,*2002). Os fungos parasitas de ovos são considerados por vários pesquisadores como os mais promissores agentes de biocontrole (Jatala, 1986; Siddiqui & Mahmood, 1996;). *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams é um parasita de ovos, que também pode atacar fêmeas que ainda não começaram a deposição dos ovos. Tanto os ovos no interior das fêmeas, localizadas nas raízes, como dentro dos cistos, no solo, podem ser parasitados. Alguns isolados do fungo apresentam

várias características que o tornam um agente eficiente de biocontrole de nematóides. Isolados desse fungo podem ser aplicados próximos às raízes de uma cultura suscetível ao nematóide e, a partir daí, se estabelecem no solo, protegendo as culturas subseqüentes (Kerry, 2001). Além disso, esse fungo não é dependente da presença do patógeno para a sua nutrição, podendo atuar como saprófita na ausência do nematóide hospedeiro (Stirling, 1991). As características do solo, como textura e umidade não exercem muita influência no processo de infecção dos nematóides pelo fungo (Stirling, 1991). Aliado a isso, o fungo produz estruturas de resistências, os clamidósporos, o que facilita a sua formulação e permite maior sobrevivência em condições adversas no solo e no armazenamento (Kerry, 2001).

A utilização de bactérias no controle biológico de nematóides foi pouco estudada no passado, sendo que a maioria das pesquisas envolvia uma única espécie, *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr (Stirling, 1984; Brown *et al.,*1985; Chen & Dickinson, 2004b). Atualmente, a atenção dos cientistas tem sido voltada para um grupo especial de bactérias, as rizobactérias promotoras de crescimento de plantas ou, simplesmente, PGPR's. Elas atuam de múltiplas formas no controle de nematóides, seja através de mecanismos que envolvem a produção de antibióticos, sideróforos, e de enzimas, além da indução de resistência em plantas (Kloepper *et al.,*1980; Weller, 1988; Sela *et al.,*1998; Zehnder *et al.,* 2001).

A combinação de antagonistas é desejável por proporcionar maior variedade de agentes responsáveis pela supressão do patógeno e também permitir o biocontrole em diferentes condições ambientais (Meyer & Roberts, 2002; Siddiqui & Shaukat, 2003; Robert *et al.,* 2005). Da mesma forma, a

combinação de um ou mais agentes de controle biológico, associado a um ou mais resíduos orgânico com propriedades nematicidas pode potencializar ainda mais o controle de nematóides.

Uma possibilidade inovadora de veicular os agentes de biocontrole e os resíduos orgânicos, de maneira a atuarem no manejo de nematóides, é através de um condicionador de solo. De acordo com a Instrução Normativa 27, de 05 de junho de 2006, condicionador de solo é um produto que promove a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Eles podem variar de acordo com a sua origem e composição, podendo ser compostos por materiais orgânicos, polímeros sintéticos e condicionadores minerais (Hickman & Whitney, 2004). Considera-se que a melhoria das propriedades físicas do solo seja o principal atributo desejável no uso de um condicionador de solo, uma vez que as propriedades químicas podem ser corrigidas com a adubação e a calagem. Portanto, um produto que propicie aumento na atividade biológica do solo e que ainda seja eficiente no controle de nematóides pode representar grande diferencial no mercado. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o potencial de doze condicionadores de solo à base de resíduos orgânicos e agentes de controle biológico sobre a população de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood.

Material e Métodos

1. Preparo dos materiais vegetais

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Os materiais vegetais foram coletados na região de Viçosa, Minas Gerais, em propriedades rurais, exceto a torta de mamona e as sementes de feijão-de-porco, adquiridas no comércio. Os resíduos vegetais foram secos ao ar, em casa de vegetação, até peso constante. Em seguida, estes foram triturados em um moinho de martelos rotativos, equipado com peneira de abertura de 1 mm.

2. Preparo do inóculo de *M. javanica*

O inóculo de *M. javanica* consistiu de ovos obtidos de população pura do nematóide, coletados de raízes de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.), mantidos em casa de vegetação. Para realizar a infestação do solo, os ovos foram extraídos tal qual descrito por Hussey & Barker (1973), modificado por Boneti & Ferraz (1981).

3. Preparo do inóculo de *P. chlamydosporia*

Dois discos de micélio (9 mm de diâmetro) de *P. chlamydosporia* foram transferidos para uma mistura úmida de areia e grãos triturados de milho (1:1 p/p), acondicionados em erlenmeyers de 250 mL de capacidade e mantidos durante duas semanas, a 25 °C. Após este período, o substrato colonizado foi utilizado como inóculo do antagonista.

4. Preparo do inóculo de *B. cereus*

O inóculo de *B. cereus* isolado AUT 06 foi preparado segundo a modificação da metodologia proposta por Bharati *et al.* (2004). A bactéria foi cultivada em meio 523 (Kado & Heskett, 1970) durante 24 horas, a 28 °C. Em

seguida, foi semeada no mesmo meio de cultura em estado líquido e incubada em agitador orbital a 28 °C, durante 48 horas e com a rotação de 150 rpm. Após este período, 150 mL da suspensão bacteriana (49 x 10^7 unidades formadoras de colônias/mL) foi misturada, sob condições estéreis, com 250 g de talco em pó (esterilizado a 105 °C por 12 horas), 3,75 de carbonato de cálcio e 2,5 g de carboximetil celulose (CMC). A mistura foi seca e acondicionada em caixas esterilizadas do tipo gerbox, mantidas em temperatura ambiente e utilizados no dia seguinte.

5. Compatibilidade entre o fungo e a matéria orgânica

Com o objetivo de verificar o efeito da matéria orgânica sobre *P. chlamydosporia* isolado I-28, o fungo foi cultivado em ágar-água (20 g/L), enriquecido com os resíduos de torta de mamona (*Ricinus communis* L.), semente de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), casca de café (*Coffea arabica* L.), fibra de coco (*Cocus nucifera* L.), folha de mamona e folha de falso-boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews), através da modificação na metodologia proposta por Dupponois *et al*. (2001). O material vegetal foi incorporado na quantidade de 1 g/100 mL de meio e a mistura foi autoclavada a 120 °C, por 20 minutos. O meio foi vertido em placas de Petri (5 cm de diâmetro) e um disco de micélio do fungo foi adicionado ao centro de placas, que foram mantidas a 25 °C, no escuro, por 10 dias. A testemunha foi representada por placas contendo o fungo cultivado em ágar-água. Foram quantificados os números de clamidósporos produzidos por placa e foi obtido uma imagem fotográfica de cada colônia, para posterior medição de sua área,

com o auxílio do programa ImageTool® (Wilcox *et al.,*2002). Cada tratamento foi repetido seis vezes.

7. Co-cultivo de *B. cereus* e *P. chlamydosporia*

Foi estudado o co-cultivo de *B. cereus* e *P. chlamydosporia* com o propósito de verificar se um organismo inibia o crescimento do outro. A metodologia utilizada foi a descrita por Mariano *et al.* (2000a). A bactéria foi cultivada por 24 horas, a 28 °C, em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo o meio 523. Em seguida, foi retirado um pouco da colônia bacteriana com o auxílio de uma alça de platina e foi feito uma risca no centro de placas contendo meio BDA. Dois discos de micélio do fungo (5 cm de diâmetro), cultivado em CMA a 25 °C por 10 dias, foram depositados um em cada lado da cultura bacteriana. Placas contendo apenas os dois discos de micélio do fungo foram utilizadas como testemunha. As placas foram colocadas a 25 °C. A avaliação foi realizada visualmente até que a colônia fúngica entrasse em contato com o cultivo bacteriano, para então detectar a presença ou não de halo de inibição.

8. Formulação de condicionadores de solo para o controle de *M. javanica*

Inicialmente, foram preparados dois grupos de condicionadores de solo, avaliados em experimentos independentes, baseados no tipo de material orgânico usado em maior proporção, ou seja, cascas de café ou fibra de coco. A base para a formulação dos condicionadores foi preparada através da mistura de cada um dos resíduos com torta de mamona, na proporção de 4:1 (p/p). Nesta base, foram adicionados, dependendo do tratamento, o fungo *P.*

chlamydosporia, folhas de mamona, folhas de falso-boldo ou sementes de feijão-de-porco. As matérias primas utilizadas para o preparo dos tratamentos, sem a adição dos antagonistas, foram tratadas com brometo de metila (80 cm^3/m^3). As características dos materiais estão apresentadas na Tabela 1. A homogeneização dos componentes dos condicionadores foi realizada com o auxílio de um misturador de concreto. A composição dos condicionadores preparados está apresentada na Tabela 2.

Tabela 1 – Análise mineral, relação C/N, pH e teor de água de cada resíduo orgânico utilizado para a formulação dos condicionadores de solo.

Resíduo Orgânico	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B	C/N	pH (H_2O)	Teor de água (%)
	----------%----------						----------ppm----------							
Fibra de coco	0,73	0,33	1,17	1,16	0,48	0,51	502	3668	250	228	126	26,49	5,01	20,96
Folhas de falso-boldo	1,46	0,65	3,20	2,06	0,38	0,29	59	247	69	14	97	12,17	6,10	0
Folhas de mamona	3,16	0,33	1,78	2,06	0,18	0,52	29	207	43	9	43	6,76	5,11	1
Torta de mamona	3,42	0,63	0,97	3,96	2,38	0,28	84	3726	355	18	28	2,7	6,29	1
Casca de café	0,95	0,08	1,80	0,49	0,14	0,05	7	328	27	14	25	24,5	6,28	1
Sementes de feijão-de-porco	4,06	0,27	1	0,07	0,12	0,13	27	50	5	8	31	4,5	6,10	1

Análise realizada pelo Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda.

Teor de água determinada por secagem ao ar.

Tabela 2 – Composição dos condicionadores de solo utilizados nos experimentos, relativos ao preparo de 1 quilograma do produto.

Condicionadores	CC + TM*	FC + TM*	FFB	FM	SFP	Pc
1 A	1 kg	-	-	-	-	-
1 B	950 g	-	-	-	-	50 g
1 C	850 g	-	50 g	50 g	50 g	-
1 D	800 g	-	50 g	50 g	50 g	50 g
2 A	-	1 kg	-	-	-	-
2 B	-	950 g	-	-	-	50 g
2 C	-	850 g	50 g	50 g	50 g	-
2 D	-	800 g	50 g	50 g	50 g	50 g

*** Casca de café (CC) e Fibra de coco (FC) misturados com torta de mamona (TM) na proporção de 4:1 (p/p), respectivamente.**

FFB = Folhas trituradas de falso-boldo; FM = Folhas trituradas de mamona;

SFP = Sementes trituradas de feijão-de-porco; Pc = Mistura de areia e milho triturado colonizada por *P. chlamydosporia.*

O solo utilizado para o crescimento das plantas foi composto da mistura de terriço e areia, na proporção 1:1 (p/p), tratado com brometo de metila na dosagem de 80 cm^3/m^3. Dois quilogramas desse solo e sessenta gramas do respectivo condicionador de solo foram colocados em um saco plástico de 5 L de capacidade, o qual teve sua boca fechada e foi agitado manualmente para promover a homogeneização do solo com o condicionador. O solo foi acondicionado em vaso de plástico de 2 L de capacidade e foi infestado com uma suspensão contendo 5.000 ovos de *M. javanica,* revolvido e mantido na capacidade de campo por uma semana. Após este período, uma muda de tomateiro Santa Cruz 'Kada' foi transplantada para cada vaso. Sessenta dias após o transplantio, foram avaliados o peso das raízes frescas e o número de galhas e de ovos do nematóide por sistema radicular.

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado. Cada experimento foi composto por oito tratamentos, com seis condicionadores, um tratamento testemunha só com solo infestado por nematóide e outro apenas com a planta de tomateiro. Cada tratamento foi repetido 10 vezes e a parcela experimental foi constituída por um vaso com uma planta de tomate.

As plantas foram adubadas e irrigadas sempre que necessário. O experimento foi conduzido de 22 de junho a 22 de agosto de 2006. Durante esse período, a temperatura média do ar foi de 21 °C, a média das máximas foi igual a 32 °C e, a média das mínimas, 12 °C.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Statistica (Statsoft, 2001). Os dados obtidos, transformados ou não, foram

submetidos à análise de variância e, quando necessário, ao teste de comparação de médias de Fisher, ao nível de 5% de probabilidade.

Baseado nos resultados dos experimentos anteriores, no experimento 3 foram preparados e avaliados quanto a sua eficiência no controle de *M. javanica,* quatro condicionadores. Os condicionadores 1A e 2A foram preparados tal como o descrito no experimento anterior. Aos condicionadores 1D e 2D foi adicionado uma formulação contendo *B. cereus,* na proporção de 50 g da formulação por kg de condicionador.

Os procedimentos metodológicos adotados foram semelhantes aos experimentos anteriores. O experimento foi conduzido de 06 de outubro de 2006 a 06 de janeiro de 2007. Durante este período, a temperatura média do ar foi de 28 °C, a média das máximas foi 35 °C e, a média das mínimas, 22 °C.

Ao final dos sessenta dias, foram avaliados o peso das raízes frescas de tomateiro e o número de galhas e de ovos do nematóide por sistema radicular. Esse período foi designado como o primeiro ciclo da cultura no solo infestado. Em cinco vasos de cada tratamento, após a retirada da planta para as avaliações, uma muda de tomateiro foi transplantada no solo remanescente. Após 30 dias, o peso das raízes, os números de galhas e de ovos por sistema radicular foram mensurados, completando o segundo ciclo de cultivo.

Resultados e Discussão

- Compatibilidade entre *P. chlamydosporia* e a matéria orgânica

O crescimento de *P. chlamydosporia* não foi afetado drasticamente por nenhum material orgânico. Desta forma, todos os resíduos demonstraram ser passíveis de utilização na formulação dos condicionadores de solo.

O diâmetro da colônia de *P. chlamydosporia* foi reduzido ($P \leq 0,05$) ao serem incorporados ao ágar-água as folhas de falso-boldo e de mamona, quando comparados com a testemunha, muita embora tais reduções tenham sido de apenas 6 e 4%, respectivamente (Tabela 3). Os demais tratamentos não diferiram da testemunha. Entretanto, ao ser considerado o número de clamidósporos/mL de suspensão, as folhas de falso-boldo e as sementes trituradas de feijão-de-porco permitiram a maior produção de tais estruturas fúngicas, enquanto os demais apresentaram resultados intermediários ou semelhantes aos da testemunha.

- Co-cultivo de *B. cereus* e *P. chlamydosporia*

Nem a bactéria nem o fungo apresentaram ação inibitória do crescimento, 'in vitro', indicando compatibilidade para a aplicação conjunta desses microrganismos.

- Formulação de condicionadores de solo para o controle de *M. javanica*

- Experimentos 1 e 2

O peso das raízes de tomateiro não foi influenciado significativamente por nenhum dos tratamentos, tanto no experimento 1, com condicionadores

preparados a partir de cascas de café, quanto no experimento 2, onde a fibra de coco foi utilizada na composição dos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 3 – Crescimento de *P. chlamydosporia* em ágar enriquecido ou não com diferentes resíduos orgânicos, aos 10 dias após o plaqueamento.

Tratamentos	Diâmetro da colônia (cm)	№ de clamidósporos/mL^{+}
Testemunha	4,97 a	19.792 bc
Folha de falso-boldo	4,65 c	58.021 a
Folha de mamona	4,76 b	35.313 ab
Sementes de feijão-de-porco	4,89 a	69.583 a
Torta de mamona	4,90 a	40.417 ab
Casca de café	4,95 a	15.521 bc
Fibra de coco	4,90 a	5.729 c
CV (%)	1,71	38,69

Média de sete repetições. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Fisher LSD, ao nível de 5 % de probabilidade. $^{+}$Valores transformados para a $\sqrt{x}$

O número de galhas de *M. javanica* foi reduzido pela aplicação dos condicionadores 1C e 1D em 35,5% e 45%, respectivamente, e os demais não diferiram da testemunha, no experimento 1. A utilização de todos os condicionadores preparados com cascas de café, exceto o produto 1A, reduziu o número de ovos de *M. javanica* por sistema radicular. Nesse caso, não houve diferença significativa entre os condicionadores.

Tabela 4 – Efeito da incorporação ao solo de oito potenciais condicionadores de solo sobre o peso das raízes e o número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de plantas de tomateiro, aos 60 dias após o transplantio das mudas.

Tratamentos	Peso das raízes (g)	Número de galhas	Número de ovos
Experimento 1			
1 A	21,92 ns	409 a	76.962 a^{+}
1 B	24,45	372 a	29.105 b
1 C	20,50	264 b	40.260 b
1 D	21,07	225 b	32.940 b
Apenas *M. javanica*	14,02	409 a	164.248 a
Apenas tomateiro	18,44	-	-
CV (%)	36,91	20,94	8,49
Experimento 2			
2 A	13,36 ns	207 b	38.272 b^{+}
2 B	16,47	239 b	37.163 b
2 C	14,17	250 b	37.163 b
2 D	15,64	177 b	20.037 c
Apenas *M. javanica*	13,38	432 a	143.001 a
Apenas tomateiro	12,38	-	-
CV (%)	28,49	37,01	6,16

Média de dez repetições. ^{ns} Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Valores transformados para o Log_{10} (X). $^{+}$ Valores transformados para a $\sqrt{x}$. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Fisher LSD, ao nível de 5 % de probabilidade.

No experimento 2, todos os condicionadores favoreceram a redução do número de galhas de 42 a 59%, não sendo observada diferença entre eles. A aplicação ao solo de todos os produtos reduziu o número de ovos em mais de 70%, com destaque para o condicionador 2D, o mais eficiente, cuja redução foi de 86%.

- Experimento 3

Tomateiros cultivados em solo contendo todos os quatro condicionadores estudados apresentaram maior peso da parte aérea ($P \leq 0,05$), quando comparados com as testemunhas com e sem nematóide, principalmente quando foram utilizados os condicionadores com formulação completa, ou seja, o 1D e o 2D (Tabela 5).

O peso das raízes foi maior nas parcelas tratadas com todos os condicionadores, ao final do primeiro ciclo de cultivo, em relação às testemunhas. Ao final do segundo ciclo de cultivo, o condicionador mais eficiente no aumento da variável mensurada foi o 1D.

O número de galhas foi reduzido pelo uso de todos os condicionadores, com exceção da aplicação do condicionador 2A, preparado com fibra de coco e torta de mamona. Ao final dos dois ciclos de cultivo, os produtos de formulação completa (1D e 2D) figuraram entre os melhores tratamentos na redução de ambas as variáveis mencionadas. Os demais apresentaram eficiência intermediária. O número de ovos por sistema radicular foi reduzido, principalmente, pela aplicação dos condicionadores de solo à base de casca de café (1A e 1D). Os condicionadores 2A e 2D apresentaram eficiência variável.

Tabela 5 – Efeito da incorporação ao solo de quatro condicionadores sobre o peso da parte aérea, peso das raízes e o número de galhas e de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de plantas de tomateiro, após o primeiro e o segundo ciclos de cultivo.

Tratamentos	Peso da parte aérea (g)		Peso de raízes (g)		Número de galhas		Número de ovos	
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
1 A	93,3 b	37,5 b	27,6 a*	7,0 b*	1.344 b	891 b	134.200 c+	193.320 b+
1 D	102,9 a	44,9 a	26,7 a	9,3 a	1.369 b	353 c	122.000 c	226.800 b
2 A	93,3 b	35,7 b	25,1 a	7,4 ab	1.413 ab	1.534 a	233.833 b	914.490 a
2 D	101,4 a	41,3 ab	27,7 a	8,4 ab	1.117 b	546 c	171.308 bc	378.270 b
M. javanica	41,2 c	19,7 c	15,4 b	6,2 bc	1.748 a	1.670 a	331.433 a	873.416 a
Tomateiro	45,4 c	23,0 c	8,8 c	4,7 c	-	-	-	-
CV (%)	7,12	6,32	10,50	22,50	28,91	26,17	40,70	30,29

Média de dez repetições. ns Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Fisher LSD, ao nível de 5 % de probabilidade. * Valores transformados para o Log_{10} (X). + Valores transformados para a $\sqrt{x}$.

Os condicionadores de solo contendo todos os resíduos vegetais e os agentes de controle biológico (1D e 2D), de uma forma geral, foram os mais eficientes na redução da população de *M. javanica* e no incremento na produção de biomassa dos tomateiros, principalmente o 1D. À luz dos conhecimentos gerados até o momento, não é possível separar o possível efeito de cada componente dos produtos na supressão da população do patógeno, embora se acredite que não se trata de uma soma de fatores isolados, mas de uma complexa interação entre eles. A presença de determinadas fontes de matéria orgânica no solo, por si só, permite maior desenvolvimento das plantas e maior resistência aos nematóides (Akhtar & Malik, 2000). Com a exceção da fibra de coco, todos os demais componentes utilizados no preparo das formulações apresentaram a capacidade de controlar nematóides, quando estudados isoladamente, tais como as cascas de café (Tronconi *et al.*, 1986; Lopes *et al.*, 2005a), a torta e as folhas de mamona (Moraes, 1977; Alam *et al.*, 1980; Akhtar & Alam, 1990; Akhtar & Mahmood, 1996; Lopes *et al*., 2005a), as folhas de falso-boldo (Lopes *et al*., 2005b) e as sementes trituradas de feijão-de-porco (Silva *et al*., 2002; Lopes *et al*., 2005a). Considerando que as condições experimentais do presente trabalho foram favoráveis à decomposição da matéria orgânica (temperatura, umidade do solo e a granulometria dos resíduos), a liberação de compostos com atividade nematicida na solução do solo pode ter sido um dos mecanismos responsáveis pelo controle de *M. javanica*, principalmente atuando sobre os juvenis de segundo estádio (J_2). Os agentes de biocontrole *P. chlamydosporia* I-28 e *B. cereus* AUT 06 também já tiveram sua eficiência comprovada no controle de

nematóides (Freitas *et al.,* 2005; Carvalho *et al*., 2006). O fungo *P. chlamydosporia* é um eficiente parasita de ovos e de fêmeas, principalmente do nematóide das galhas (Kerry, 2001; Chen & Dickinson, 2004). *B. cereus* produz substâncias que inativam os ovos de *Meloidogyne* spp. (Oka *et al*., 1993) e que também degradam as proteínas cuticulares de estádios pré e pós-parasíticos de *M. javanica* (Sela *et al*., 1998).

A disponibilidade de um produto, a exemplo de um condicionador de solo, que aumente a retenção de água no solo, forneça uma quantidade extra de nutrientes para a planta, aumente a atividade biológica do solo e permita a redução na população de nematóides é uma alternativa que deve ser investigada. Os condicionadores 1D e 2D, especialmente o primeiro, em função dos resultados satisfatórios obtidos, devem ser estudados no futuro. É necessário entender os mecanismos nos quais ocorre o controle, avaliar as modificações nas proporções e nas quantidades dos componentes utilizados, os aspectos econômicos relativos à sua produção e o efeito dos produtos sobre as características física, química e microbiológica de solos naturais, sempre associados ao controle de nematóides.

Literatura Citada

AKHTAR, M. & M.M. ALAM. 1990. Evaluation of nematicidal potential in some plants against root-knot nematode on tomato and chilli. International Nematology Network Newsletter, 7: 10-12.

AKHTAR, M. & I. MAHMOOD. 1996. Control of plant-parasitic nematodes with organic and inorganic amendments in agricultural soil. Applied Soil Ecology, 4: 243-247

AKHTAR, M. & A. MALIK. 2000. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. Bioresource Technology, 74: 35-47.

ALAM, M.M.; M. AHMAD & A.M. KHAN. 1980. Effect of organic amendments on the growth and chemical composition of tomato, eggplant and chilli and their susceptibility to attack by *Meloidogyne incognita*. Plant and Soil, 57: 231-236.

BHARATHI, R.; R. VIVEKANANTHAN, S. HARISH, A. RAMANATHAN & R. SAMIYAPPAN. 2004. Rhizobacteria-based bio-formulations for the management of fruit rot infection in chillies. Crop Protection, 23: 835-843.

BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, 6 (Suplemento): 553. (Resumo).

BROWN, S.M. & G.C. SMART Jr. 1985. Root penetration by *Meloidogyne incognita* juveniles infected with *Bacillus penetrans*. Journal of Nematology, 17: 123-126.

CARVALHO, S.L.; E.A. LOPES, S. FERRAZ, L.G. FREITAS, P.A. FERREIRA & C.G. GARDIANO. 2006. Controle de *Meloidogyne javanica* com fungos nematófagos. Fitopatologia Brasileira, 31: 293-293.

CHEN, S. & D.W. DICKINSON. 2004a. Biological control of nematodes by fungal antagonists. IN: CHEN, Z.; S. CHEN & D.W. DICKINSON (Eds). Nematology – Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and Utilization. Beinjing & Wallingford, Tsinghua University Press & CABI Publishing, p. 979-1039.

CHEN, S. & D.W. DICKINSON. 2004b. Biological control of nematodes with bacterial antagonists. IN: CHEN, Z.; S. CHEN & D.W. DICKINSON (Eds). Nematology – Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and Utilization. Beinjing & Wallingford, Tsinghua University Press & CABI Publishing, p. 1041-1082.

DUPPONOIS, R.; J.L. CHOTTE, S. SALL & P. CADET. 2001. The effect of the organic amendments on the interactions between a nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* and the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* parasitizing tomato plants. Biology and Fertility of Soils, 34: 1-6.

FREITAS, L.G.; W.S. NEVES, C.F.S. FABRY, B.M. MARRA, M.M. COUTINHO, R.S. ROMEIRO & S. FERRAZ. 2005. Isolamento e seleção de rizobactérias para controle de nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura do tomateiro. Nematologia Brasileira, 29: 215-220.

GASPARD, J.T.; B.A. JAFFEE, & H. FERRIS. 1990. Association of *Verticillium chlamydosporium* and *Paecilomyces lilacinus* with root-knot nematode infested soil. Journal of Nematology, 22: 207-213.

HICKMAN, J.S. & D.A. WHITNEY. 2004. Soil conditioners. Disponível em: http://www.oznet.ksu.edu/library/CRPSL2/ncr295.pdf. Acessado em: 12 de dezembro de 2004.

JATALA, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489.

KADO, C.I. & M.G. HESKETT. 1970. Selective media for isolation of *Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas,* and *Xanthomonas*. Phytopathology, 60: 969-979.

KERRY, B.R. 2001. Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). IN: BUTT, T.M.; JACKSON, C. & MAGAN, N. (Eds). Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential. CAB International, Wallingford, 380p.

KLOEPPER, J.W.; J. LEONG, M. TEINTZE & M.N. SCHROTH. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria. Nature, 286: 885-886.

LOPES, E.A.; S. FERRAZ, L.G. FREITAS, P.A. FERREIRA & C.G. GARDIANO. 2005a. Control of *Meloidogyne javanica* with organic amendments. Nematropica, 35: 82-82.

LOPES, E.A.; P.A. FERREIRA, S. FERRAZ, D.X. AMORA, L.G. FREITAS & C.G. GARDIANO. 2005b. Controle de *Meloidogyne javanica* através da incorporação ao solo de seis espécies de plantas. Fitopatologia Brasileira, 30: 167-167.

MARIANO, R.L.R.; S.M.P. ASSIS, E.B. SILVEIRA & A.M.A. GOMES. 2000a. Mecanismos de ação de bactérias promotoras de crescimento. IN: MARIANO, R.L.R. (Ed). Manual de Práticas em Fitopatologia. Recife, O autor, p. 139-152.

MARIANO, R.L.R.; S.M.P. ASSIS, E.B. SILVEIRA & A.M.A. GOMES. 2000b. Substâncias químicas para o controle de bactérias fitopatogênicas. IN: MARIANO, R.L.R. (Ed). Manual de Práticas em Fitopatologia. Recife, O autor, p. 111-113.

MARIANO, R.L.R.; S.J. MICHEREFF, E.B. SILVEIRA, S.M.P. ASSIS & A.M.A. GOMES. 2000c. Isolamento de bactérias para teste de antagonismo. IN: MARIANO, R.L.R. (Ed). Manual de Práticas em Fitopatologia. Recife, O autor, p. 115-121.

MEYER, S.L.F. & D.P. ROBERTS. 2002. Combinations of biocontrol agents for the management of plant-parasitic nematodes and soilborne plant pathogenic fungi. Journal of Nematology, 34: 1-8.

MORAES, M.V. 1977. Teste preliminar para a determinação do poder nematicida das tortas. II Reunião de Nematologia, Sociedade Brasileira de Nematologia, 193-196.

NORDBRING-HERTZ, B.; H.B. JANSSON & A. TUNLID. 2002. Nematophagous fungi. In: Encyclopedia of Life Sciences. MacMillan Publishers, Basingstoke, 10 p.

OKA, Y.; I. CHET & Y. SPIEGEL. 1993. Control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Bacillus cereus.* Biocontrol Science and Technology, 3: 115-126.

ROBERTS, D.P.; S.M. LOHRKE, S.L.F. MEYER, J.S. BUYER, J.H. BOWERS, C.J. BAKER, W. LI, J.T. SOUZA, J.A. LEWIS & S. CHUNG. 2005. Biocontrol agents applied individually and in combination for suppression of soilborne diseases of cucumber. Crop Protection, 24: 141-155.

SELA, S.; H. SCHICKLER, I. CHET & Y. SPIEGEL. 1998. Purification and characterization of a *Bacillus cereus* collagenolytic/proteolytic enzyme and its effect on *Meloidogyne javanica* cuticular proteins. European Journal of Plant Pathology, 104: 59-67.

SIDDIQUI, Z.A. & I. MAHMOOD. 1996. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: A review. Bioresource Technology, 58: 229-239.

SIDDIQUI, I.A. & S.S. SHAUKAT. 2003. Combination of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pochonia chlamydosporia* for control of root-knot infecting fungi in tomato. Journal of Phytopathology, 151: 215-222.

SILVA, G.S.; I.M.R. SOUZA & F.A. CUTRIM. 2002. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. Fitopatologia Brasileira, 27: 412-413.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (computer program manual). Tulsa, OK: Statsoft Inc. (http://www.statsoft.com).

STIRLING, G.R. 1984. Biological control of *Meloidogyne javanica* with *Bacillus penetrans*. Phytopathology, 74: 55-60.

STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. CAB International, Wallingford, 282p.

TROCONI, N.M.; S. FERRAZ, J.M. SANTOS & A.J. REGAZZI. 1986. Avaliação do efeito da palha de café, misturado ao solo, no desenvolvimento de *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887, em mudas de cafeeiro. Nematologia Brasileira, 10: 85-102.

WELLER, D.M. 1988. Biological control of soilborne pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annual Review of Phytopathology, 26: 141-144.

WILCOX, D.; B. DOVE, D. McDAVID & D. GREER. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows. San Antonio, TX: The University of Texas Health Center.

ZEHNDER, G.W.; J.F. MURPHY, E.J. SIKORA & J.W. KLOEPPER. 2001. Applications of rhizobacteria for induced resistance. European Journal of Plant Pathology, 107: 39-50.

CONCLUSÕES GERAIS

- A incorporação ao solo das folhas secas de nim, mamona, falso-boldo e crotalária proporciou as maiores reduções na população de *M. javanica.*
- A adição ao solo de bagaço de cana ou de cascas de café, isoladamente, não afetou de *M. javanica*. Por outro lado, em parcelas tratadas com sementes trituradas de feijão-de-porco, o número de galhas e de ovos foi reduzido a partir de 0,5%; enquanto o número de ovos foi reduzido naquelas tratadas com torta de mamona, quando aplicada na proporção de 1% (p/p).
- Os isolados I-28, I-29 e I-30 de *P. chlamydosporia* reduziram significativamente a reprodução do nematóide, de 75 a 86%, nos dois ensaios, principalmente o I-28 e o I-30. Nenhum dos isolados de *Arthrobotrys* e *Monacrosporium* controlou *M. javanica*, nas condições estudadas.
- Os condicionadores 1D (composto de cascas de café, torta de mamona, folhas secas de mamona e de falso-boldo, sementes trituradas de feijão-de-porco, *P. chlamydosporia* I-28 e *B. cereus* AUT 06) e 2D (semelhante ao anterior, com exceção da fibra de coco em substituição às cascas de café), especialmente o primeiro, foram os mais eficientes no controle de *M. javanica* e, portanto, devem ser estudados no futuro.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo