

Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja

Henrique Teixeira Nunes¹, Antonio Carlos Monteiro^{2*} e Alan William Vilela Pomela³

¹Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Sementes Farroupilha, Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: montecar@fcav.unesp.br

RESUMO. Nematoides de galhas constituem importante grupo de patógenos da cultura da soja e o manejo integrado é uma das principais medidas de controle que visam à redução de perdas econômicas. Neste trabalho foi avaliada a eficácia dos fungos *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samsom e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams (sinonímia *Verticillium chlamydosporium*), de um produto comercial à base de *Bacillus* sp. (Nemix) e do nematicida químico Aldicarb no controle de *Meloidogyne incognita* em soja, variedade M-SOY 6101. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação no delineamento experimental de blocos casualizados com nove tratamentos (três produtos biológicos usados no tratamento de sementes com ou sem a aplicação em pós-emergência, Aldicarb aplicado apenas em pós-emergência e duas testemunhas) e quatro repetições. Aldicarb reduziu o número de ovos e de juvenis do nematoide. *P. lilacinus* foi o mais atuante dos agentes biológicos, favorecendo a manutenção da quantidade de matéria seca da raiz de soja e reduzindo o número de ovos. O produto Nemix e *P. chlamydosporia* somente tiveram ação efetiva na redução do número de ovos do nematoide. Com base nos resultados, foi possível concluir que o agente químico e os agentes biológicos avaliados neste trabalho tiveram moderada atividade no controle de *M. incognita* em soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, *Bacillus*, Aldicarb, fitonematoide.

ABSTRACT. Use of microbial and chemical agents to control *Meloidogyne incognita* in soybean. Root-knot nematodes are considered significant pathogens of soybean crops. The objective of this work was to evaluate the efficacy of two fungi (*Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samsom and *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams (syn. *Verticillium chlamydosporium*), a commercial product based on *Bacillus* sp. and Aldicarb on the control of *Meloidogyne incognita* on soybean, cultivar M-SOY 6101. The experimental design was set as randomized blocks with four replications. Nine treatments were evaluated: three biological agents used for seed treatment with and without post-emergence application, Aldicarb on post-emergence only, and two controls. All treatments were inoculated with the nematode, except for a blank control where only water was applied. One control-only treated with the nematode was also included. Aldicarb could reduce the number of eggs and juveniles in the roots. *P. lilacinus* showed the best performance among the biological control agents, reducing the number of eggs and increasing dry root weight. Nemix, a *Bacillus* sp. based commercial product and *P. chlamydosporia* could only reduce significantly the number of eggs of the nematode. In this work, it was possible to conclude that the chemical and biological agents showed a moderate activity in the control of *M. incognita* in soybean.

Key words: *Glycine max*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, *Bacillus*, Aldicarb, Root-knot nematodes.

Introdução

Os nematoides constituem o grupo de organismos pluricelulares mais abundantes no planeta (KIMPINSKI; STURZ, 2003). Geralmente, são classificados segundo seu hábito nutricional. Dentre os grandes grupos de nematoides estão os fitonematoides, ou nematoides parasitas de plantas, que causam perdas econômicas significativas em uma

grande variedade de culturas. Estes organismos alimentam-se e reproduzem-se em plantas vivas, podendo migrar para a região rizosférica, para dentro das raízes, ou em direção à parte aérea. Causam danos severos em uma ampla variedade de culturas, ocasionando perdas dramáticas na agricultura principalmente em regiões tropicais e subtropicais (SIKORA; FERNANDEZ, 2005). Podem ainda,

interagir com fungos fitopatogênicos habitantes do solo em áreas cultivadas (FISCHER et al., 2010).

Para o manejo destes parasitas, frequentemente, se recorre ao controle químico. Todavia, os nematicidas químicos têm seu uso cada vez mais limitado por sua alta toxicidade, risco de contaminação ambiental, alto custo, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento ou baixa eficácia de controle após repetidas aplicações (DONG; ZHANG, 2006).

Dentre os nematoides-chave na cultura da soja, encontram-se os nematoides de galha *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood, principalmente, e o nematoide do cisto da soja *Heterodera glycines* Ichinohe.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* sp. possuem ampla distribuição geográfica e representam um dos principais problemas para a cultura da soja. Formam estruturas no sistema radicular da planta denominadas galhas e podem ocasionar murcha das plantas durante os períodos mais quentes do dia, menor desenvolvimento das plantas pelo comprometimento do sistema radicular, desfolha prematura, sintomas de deficiência mineral, clorose, redução e deformação do sistema radicular, decréscimo da eficiência das raízes em absorver e translocar água e nutrientes e menor crescimento da parte aérea, culminando com menor produção, comprometendo ou até inviabilizando o cultivo quando em infestações mais severas (TIHOHOD, 2000). *M. incognita* geralmente é um sério problema em áreas cultivadas anteriormente com algodão ou café. Zanella et al. (2005) encontraram que seis cultivares de algodoeiro se mostraram sensíveis a *M. incognita*, e apenas a cultivar IAC 23 apresentou redução no número de galhas e de massas de ovos em relação às demais cultivares avaliadas.

No manejo integrado de nematoides, devem ser utilizadas várias estratégias combinadas, tais como medidas de exclusão, utilização de plantas antagonistas, controle químico, adubação verde, cultivares resistentes, rotação de culturas, pousio e controle biológico (BARKER; KOENNING, 1998). De acordo com Dias-Arieira et al. (2003), cultivares da forrageira *Panicum maximum* e espécies de *Brachiaria* *brizantha* foram eficientes na redução da população de *M. incognita* e *M. javanica*. Freitas et al. (2000) obtiveram progênies de pimentão com alta frequência de resistência às raças 1 e 3 de *M. incognita*, mas genótipos com completa homozigose para os alelos *Me1* e *Me3* que conferem resistência ao nematoide não foram encontrados. A resistência de 14 clones de batata doce a *M. incognita* foi avaliada por Freitas et al. (2001), mas apenas três

clones apresentaram maior grau de resistência ao nematoide. Levy et al. (2009) verificaram que 18 genótipos de milho se mostraram resistentes a *M. incognita* e *M. paranaensis*.

Como alternativa ao controle químico de nematoides de cisto e galhas na soja, o controle biológico apresenta uma série de vantagens, pois é mais barato, de fácil aplicação, não contamina, não deixa resíduos e nem desequilibra o meio ambiente.

Com relação ao uso de bactérias, Hallmann et al. (2004) sugerem que as endofíticas apresentam potencial para o controle de fitonematoides, principalmente endoparasitas. Sikora e Padgham (2007) relataram redução de 40% na penetração e formação de galhas de *Meloidogyne graminicola* com inoculações de *Bacillus megaterium* nas raízes de arroz. Além disso, a colonização das raízes com esta bactéria diminuiu em 60% a migração do nematoide para a rizosfera e seus metabólitos reduziram em 60% a eclosão dos ovos. Sikora (1992) relatou que bactérias da rizosfera reduzem o nível de danos de nematoides com liberação de toxinas ou modificação dos exudatos radiculares, sendo de fácil crescimento *in vitro*, além de poderem ser aplicadas em tratamento de sementes. Porém, estes autores relataram certas desvantagens desses microrganismos, como durabilidade curta, especificidade e pouco efeito na redução da multiplicação dos nematoides.

Dentre os vários fungos nematófagos, os ovicidas ou oportunistas estão entre os mais promissores, tanto pela capacidade saprofítica quanto pelo fácil crescimento *in vitro*. Para o controle de nematoides de galha podem ser muito eficientes, visto que a massa de ovos desses nematoides é compacta numa matriz gelatinosa em cada fêmea, facilitando a colonização. Dentre o grande número de fungos parasitas de ovos conhecidos, apenas *Pochonia chlamydosporia* e *Paecilomyces lilacinus* têm sido melhor estudados, pelos resultados promissores apresentados (ATKINS et al., 2003).

P. lilacinus é parasita de ovos e cistos, oportunista com pouca especificidade de hospedeiros e sua eficácia varia entre os diferentes isolados (GOETTEL et al., 2001). Cresce em grande variedade de substratos, adapta-se a uma ampla faixa de pH do solo e é bastante competitivo em campo (JACOBS et al., 2003). *P. chlamydosporia* é parasita de nematoides de galha e tem sido descrito como parasita de fungos patogênicos de plantas, propriedades que o tornam um potencial bioagente de controle tanto de nematoides parasitas de plantas como de fungos causadores de doenças de plantas (MONFORT et al., 2005). Deleij et al. (1993) constataram efeito sinérgico da aplicação de

P. chlamydosporia conjuntamente com Aldicarb, obtendo 100% de controle de *M. incognita*.

Em virtude do sério problema que os nematoides representam para as culturas agrícolas, novos estudos se fazem necessários para viabilizar o uso de estratégias integradas de manejo destes parasitas. Assim, neste trabalho avaliou-se a eficácia de fungos, de um produto comercial à base de *Bacillus* e do nematicida químico Aldicarb no controle de *Meloidogyne incognita* em soja, variedade M-SOY 6101.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na casa-de-vegetação do Laboratório de Biocontrole Farroupilha (LBF), no município de Patos de Minas, Estado de Minas Gerais, no período de setembro de 2007 a janeiro de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os agentes de controle biológico, fungos *P. chlamydosporia* e *P. lilacinus*, bem como o produto comercial NEMIX à base de *Bacillus* sp., foram usados no tratamento de sementes e no tratamento de sementes mais aplicação em pós-emergência, e o produto químico Aldicarb foi usado apenas em pós-emergência. Foi feita uma testemunha somente com *M. incognita* e outra sem o nematoide e sem qualquer um dos agentes. A soja foi plantada em vasos de argila.

Obtenção dos agentes de controle

Os inóculos fúngicos foram obtidos de repicagem de isolados preservados em papel de filtro secos com leite em pó, para placas de BDA e, depois de 11 dias, foram inoculados em arroz pré-cozido acondicionado em sacos de polipropileno, previamente autoclavados por 40 min. O produto comercial NEMIX e o Aldicarb foram obtidos por meio de acordos de cooperação para pesquisa firmados pelo LBF.

Obtenção do inóculo de *Meloidogyne incognita*

O inóculo de *M. incognita* foi conseguido a partir de população mantida em tomateiros 'Santa Cruz' cultivados em casa-de-vegetação, em substrato composto de solo e areia na proporção de 1:2 (v v⁻¹) previamente esterilizado com brometo de metila. Após 60 dias, a parte aérea das plantas foi cortada, seus sistemas radiculares cuidadosamente lavados, picados em pedaços de 1 cm e com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 0,5% foram triturados em liquidificador doméstico na velocidade máxima por 15 segundos. A suspensão obtida foi passada em peneira de 20 mesh sobre peneira de 500 mesh. Os ovos retidos nesta última peneira foram recolhidos com auxílio de pisseta contendo

água destilada e a concentração da suspensão foi padronizada em 300 ovos mL⁻¹ por meio de câmara de Peters em microscópio composto.

Tratamento de sementes

O tratamento de sementes com os fungos foi feito na dosagem de 600 mL de suspensão para 100 kg de sementes. Para a obtenção das suspensões, cujas concentrações de 1,5 x 10⁸ conídios g⁻¹ de *P. chlamydosporia* e 1,5 x 10⁹ conídios g⁻¹ de *P. lilacinus* foram determinadas com auxílio da câmara de Neubauer, o arroz colonizado foi lavado com a menor quantidade possível de solução de Tween 80®, com vistas à obtenção da maior concentração de conídios. No caso do NEMIX, cuja concentração foi confirmada em 3,2 x 10⁹ UFC g⁻¹ de *Bacillus* sp., o tratamento foi feito segundo a recomendação do fabricante para soja, com a dose de 500 g do produto para 100 kg de sementes.

Plantio e infestação de *Meloidogyne incognita*

As sementes de soja foram plantadas em vasos de argila de 4,5 L, contendo terra do horizonte C de Latossolo Vermelho-Amarelo e areia de granulometria média lavada (1:2 v v⁻¹). Esta mistura de solo/areia foi colocada em uma caixa de fibrocimento de 500 L, coberta com lona plástica e esterilizada com brometo de metila, sendo retirada depois de uma semana. Após o plantio, deixou-se uma planta por vaso. Para a inoculação, 15 dias após, foram abertos três orifícios com 2 cm de profundidade e distanciados 2 cm da plântula. Nesses três orifícios foram distribuídos 10 mL da suspensão de ovos, que corresponde a 3.000 ovos do nematoide para cada plântula. Depois da adição da suspensão de ovos, os orifícios foram fechados. As plantas foram irrigadas diariamente por 25 min. com microaspersão e receberam solução nutritiva em intervalos quinzenais. O ensaio foi conduzido até o estágio de florescimento, quando foram feitas as análises, correspondendo a 35 dias após a inoculação.

Aplicação em pós-emergência

Após 15 dias de plantio, concomitantemente com a infestação de *M. incognita*, foi feita a aplicação dos produtos de controle em pós-emergência. No caso dos fungos, utilizou-se pulverização da suspensão de conídios, com as concentrações supracitadas, ajustadas para uma vazão de 400 L ha⁻¹, semelhante à usada em condições de campo nas pulverizações com produtos químicos comerciais. Para o Nemix e o Aldicarb foi aplicado o equivalente a 10 kg ha⁻¹, em pulverização (Nemix) e incorporação no solo a 2 cm de profundidade (Aldicarb). As aplicações foram feitas na área total dos vasos (0,1 m² vaso⁻¹).

Determinação do número de galhas, de ovos, de nematóides juvenis de *Meloidogyne incognita* presentes no sistema radicular e da matéria seca da raiz

As raízes foram separadas em pequenos fragmentos de radículas e então observadas ao fundo claro (folha de papel sulfite) com lupa manual, sendo as galhas então contadas. Para a contagem de ovos, as raízes foram cortadas com tesoura em pedaços de 2 cm e então trituradas em liquidificador doméstico com velocidade máxima por 15 segundos em uma solução 1:1 de água sanitária comercial e água. A suspensão foi passada em uma peneira de 20 mesh sobre outra de 500 mesh. Com auxílio de água destilada contida em uma pisseta a suspensão foi então transferida para um becker e em seguida para um tubo de ensaio. Após sedimentação foi retirada uma alíquota de 5 mL do precipitado e os ovos contados em câmara de Peters (TIHOHOD, 2000) em microscópio composto.

Para a extração de juvenis empregou-se a técnica de Coolen e D'Herde (MARCHI et al., 2007), e feita a contagem também em microscópio composto em câmara de Peters. A massa da matéria seca das raízes foi determinada cortando-se as mesmas na altura do colo da planta, colocando-as em estufa a 60°C até peso constante.

Resultados e discussão

Número de galhas de *Meloidogyne incognita* nas raízes da soja

O número de galhas encontrado nas raízes após os tratamentos biológicos não diferiu da testemunha contendo apenas o nematoide. O mesmo ocorreu em relação ao tratamento com o produto químico que, apesar de não ter diferido da testemunha sem infestação, também não diferiu da testemunha contendo a infestação por *M. incognita* (Figura 1).

Em solos naturalmente infestados por *Meloidogyne arenaria*, Rodriguez-Kábana et al. (1984) obtiveram controle significativo do número de galhas com o uso de *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia*, e Deleij et al. (1993) obtiveram mais de 90% de redução da população de nematóides aplicando *P. chlamydosporia* a campo. No Brasil, em testes com diferentes isolados de *P. lilacinus*, Santiago et al. (2006) verificaram que a maioria dos isolados promoveram redução do número de galhas de *M. paranaensis* em tomateiros, e Freitas et al. (1999) obtiveram redução do número de galhas de *M.*

javanica em raízes da mesma planta, com o uso de mudas com o substrato colonizado por *P. lilacinus*.

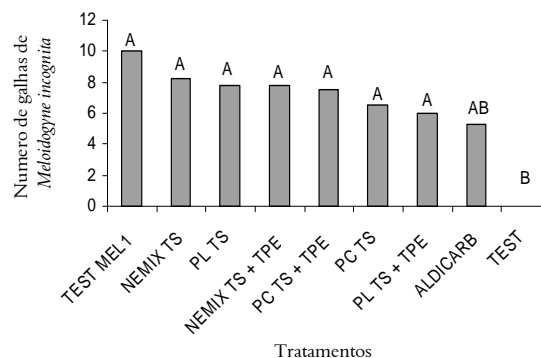


Figura 1. Número de galhas de *Meloidogyne incognita* formadas nas raízes de soja após tratamento com os agentes biológicos e o agente químico, e inoculação do parasita. TEST: testemunha sem inoculação do nematoide e sem aplicação dos agentes de controle; TEST MEL: testemunha com inoculação de *M. incognita*; PC TS: tratamento de sementes com *P. chlamydosporia*; PL TS: tratamento de sementes com *P. lilacinus*; NEMIX TS: tratamento de sementes com Nemix; NEMIX TS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com Nemix; PLTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. lilacinus*; PCTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. chlamydosporia*; Aldicarb: aplicação de Aldicarb em pós-emergência; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Teste F para blocos: 14,4**; Teste F para tratamentos: 5,5**; Desvio-padrão: 2,40; C.V. (%): 36,7.

Os resultados positivos obtidos com outras culturas não se confirmaram neste estudo com soja. Possivelmente, isso seja pela diferença entre plantas, isolados e concentrações dos inóculos utilizados. Formulações comerciais de ambos os fungos estão disponíveis em vários países para controle de nematoides de galhas, porém no Brasil, apesar de algumas empresas estarem testando estes organismos, não existe nenhum produto registrado.

Massa da matéria seca das raízes de soja

Os nematoides tendem a reduzir o desenvolvimento e, portanto, a massa da matéria seca das raízes, principalmente em infestações severas (VILAS-BOAS et al., 2002). Apenas no tratamento das sementes com *P. lilacinus* (PL TS), obteve-se uma massa de matéria seca significativamente maior que a obtida na testemunha inoculada com *M. incognita* (Figura 2) evidenciando a ação do fungo na redução da atividade do nematoide. Este resultado corrobora o trabalho de Santiago et al. (2006) que obtiveram maiores massas de raízes de tomateiros tratados com alguns isolados *P. lilacinus* infestados com *M. paranaensis*.

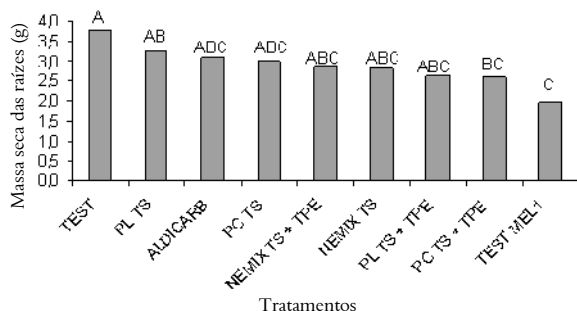


Figura 2. Massa da matéria seca das raízes de soja após tratamento com os agentes biológicos e o agente químico, e inoculação do parasita. TEST: testemunha sem inoculação do nematoíde e sem aplicação dos agentes de controle; TEST MEL: testemunha com inoculação de *M. incognita*; PC TS: tratamento de sementes com *P. chlamydosporia*; PL TS tratamento de sementes com *P. lilacinus*; Nemix TS: tratamento de sementes com Nemix; Nemix TS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com Nemix; PLTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. lilacinus*; PCTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. chlamydosporia*; Aldicarb: aplicação de Aldicarb em pós-emergência; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Teste F para blocos: 3,38**; Teste F para tratamentos: 4,28**; Desvio-padrão: 0,47; C.V. (%): 16,3.

Número de ovos de *Meloidogyne incognita* nas raízes de soja

O tratamento das sementes de soja com ambos os fungos junto com a aplicação dos mesmos em pós-emergência (PL TS+ TPE e PC TS+ TPE), o tratamento das sementes apenas com Nemix (Nemix TS) e também em pós-emergência (Nemix TS + TPE), e a aplicação de Aldicarb em pós-emergência reduziram significativamente o número de ovos de *M. incognita* nas raízes de soja. A maior redução foi obtida no tratamento com *P. chlamydosporia*. Para os demais tratamentos não se verificou diferença estatística significativa (Figura 3). Estes resultados corroboram a literatura existente a respeito dos fungos, conhecidos ovidas, e estão condizentes com o obtido por Campos e Campos (1997), que constataram redução do número de ovos por grama de raiz usando *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia*.

Número de juvenis de *Meloidogyne incognita* nas raízes de soja

Pelos resultados obtidos neste trabalho, apenas Aldicarb proporcionou redução no número de juvenis (Figura 4). Em outras culturas e situações, utilizando filtrados de culturas de *P. lilacinus*, Costa et al. (2000) relataram redução da motilidade, eclosão e aumento da mortalidade de J2 de *Meloidogyne incognita* significativos e semelhantes à Aldicarb. Também Campos e Campos (1997) constataram redução de número de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* sp. com aplicação de

P. chlamydosporia e *P. lilacinus*. Machado e Campos (1997) conseguiram redução do número de juvenis de *M. javanica* com *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia* cultivados em diferentes substratos, sendo os melhores resultados conseguidos com o crescimento dos fungos em esterco bovino e farelo de arroz.

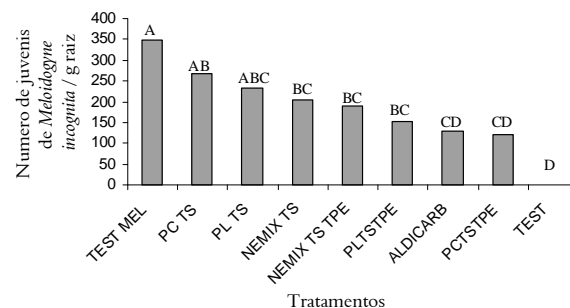


Figura 3. Número de ovos de *Meloidogyne incognita* nas raízes de soja após tratamento com os agentes biológicos e o agente químico, e inoculação do parasita. TEST: testemunha sem inoculação do nematoíde e sem aplicação dos agentes de controle; TEST MEL: testemunha com inoculação de *M. incognita*; PC TS: tratamento de sementes com *P. chlamydosporia*; PL TS tratamento de sementes com *P. lilacinus*; Nemix TS: tratamento de sementes com Nemix; Nemix TS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com Nemix; PLTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. lilacinus*; PCTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. chlamydosporia*; Aldicarb: aplicação de Aldicarb em pós-emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Teste F para blocos: 3,38**; Teste F para tratamentos: 4,28**; Desvio-padrão: 0,47; C.V. (%): 16,3.

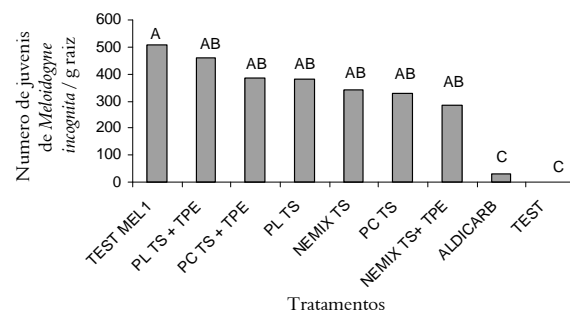


Figura 4. Número de juvenis de *Meloidogyne incognita* nas raízes de soja após tratamento com os agentes biológicos e o agente químico, e inoculação do parasita. TEST: testemunha sem inoculação do nematoíde e sem aplicação dos agentes de controle; TEST MEL: testemunha com inoculação de *M. incognita*; PC TS: tratamento de sementes com *P. chlamydosporia*; PL TS tratamento de sementes com *P. lilacinus*; Nemix TS: tratamento de sementes com Nemix; Nemix TS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com Nemix; PLTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. lilacinus*; PCTS+TPE: tratamento de sementes e aplicação em pós-emergência com *P. chlamydosporia*; Aldicarb: aplicação de Aldicarb em pós-emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Teste F para blocos: 0,35NS; Teste F para tratamentos: 13,18**; Desvio-padrão: 54,51; C.V. (%): 29,82.

Conclusão

Aldicarb é eficiente na redução do número de ovos e de juvenis de *M. incognita*. *P. lilacinus* foi o mais atuante entre os agentes biológicos, pois favoreceu a manutenção da massa da matéria seca das raízes de soja e reduziu o número de ovos, enquanto o produto Nemix, à base de *Bacillus* sp. e o fungo *P. chlamydosporia* somente tiveram ação efetiva na redução do número de ovos do nematoide. Concluiu-se que o agente químico e os agentes biológicos avaliados neste trabalho mostraram moderada atividade no controle de *M. incognita* em soja.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Biocontrole Farroupilha Ltda, pela cessão das instalações e condições materiais para a execução deste trabalho e ao Dr. Brian R. Kerry do Rothamsted Research, England, pelo envio do isolado de *P. chlamydosporia*.

Referências

- ATKINS, S. D.; HIDALGO-DIAZ, L.; KALISZ, H.; MAUCHLINE, T. H.; KIRSCH, P. R.; HERRY, B.R. Development of a new management strategy for the control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic vegetable production. **Pest Management Science**, v. 59, n. 2, p. 183-189, 2003.
- BARKER, K. R.; KOENNING, S. R. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review of Phytopathology**, n. 36, p. 165-205, 1998.
- CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P. Efeito da época e forma de aplicação dos fungos *Arthrobotrys conoides*, *Arthrobotrys musiformis*, *Paecilomyces lilacinus* e *Verticillium chlamydosporium* no controle de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 261-265, 1997.
- COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P.; PFENNING, L. H.; OLIVEIRA, D. F. Filtrados de culturas fúngicas com ação antagonista a *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, supl., p. 235-336, 2000.
- DELEIJ, F. A. A. M.; DENNEHY, J. A.; KERRY, B. R. Effect of watering on the distribution of *Verticillium chlamydosporium* in soil and the colonization of egg masses of *Meloidogyne incognita* by the fungus. **Nematologica**, v. 39, n. 3, p. 250-265, 1993.
- DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; MIZOBUSTI, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 473-477, 2003.
- DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant Soil**, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.
- FISHER, I. H.; BUENO, C. J.; GARCIA, M. J. M.; ALMEIDA, A. M. Reação do maracujazeiro-amarelo ao complexo fusariose-nematoide de galha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 223-227, 2010.
- FREITAS, L. G.; FERRAZ, S.; ALMEIDA, A. M. S. Controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro pela produção de mudas de tomateiro em substrato infestado com *Paecilomyces lilacinus*. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 65-73, 1999.
- FREITAS, J. A.; AZEVEDO, S. M.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; SILVA, J. A. R. Reação de progênies de pimentão à infecção por *Meloidogyne incognita*, raças 1 e 3. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 22, n. 4, p. 925-930, 2000.
- FREITAS, J. A.; SANTOS, G. C.; SOUZA, V. S.; AZEVEDO, S. M. Resistência de clones de batata-doce, *Ipomoea batatas* L., aos nematóides causadores de galha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 23, n. 5, p. 1257-1261, 2001.
- GOETTEL, M. S.; HAJEK, E. A.; SIEGEL, J. P.; EVANS, H. C. Safety of fungal biocontrol agents. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Ed.). **Fungal as biocontrol agents: problems, progress and potential**. Wallingford: Cabi, 2001. Cap. 13, p. 347-376.
- HALLMANN, J.; FAUPEL, A.; KRECHEL, A.; SIKORA, R. A.; BERG, G. Endophytic bacteria and biological control of nematodes. **Bulletin OILB/SROP**, v. 27, n. 1, p. 83-94, 2004.
- JACOBS, H.; GRAY, S. N.; CRUMP, D. H. Interactions between nematophagous fungi and consequences for their potential as biological agents for the control of potato cyst nematodes. **Mycological Research**, v. 107, n. 1, p. 47-56, 2003.
- KIMPINSKI, J.; STURZ, A. V. Managing crop root zone ecosystems for prevention of harmful and encouragement of beneficial nematodes. **Soil and Tillage Research**, v. 72, n. 2, p. 213-221, 2003.
- LEVY, R. M.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D. C.; CADIOLI, M. C.; BAIDA, F. C. Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e a *M. paranaensis*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 575-578, 2009.
- MACHADO, V. O. F.; CAMPOS, V. P. Cultivo de fungos antagonistas em diferentes substratos e avaliação da eficiência no controle de *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 387-391, 1997.
- MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; BORGES, C. T.; SANTOS, J. M.; JERBA, V. F.; TRENTIN, R. A.; GUIMARÃES, L. R. A. Nematofauna fitopatogênica de sementes comerciais de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 665-660, 2007.
- MONFORT, E.; LOPEZ-LORCA, L. V.; JANSSON, H. B.; SALINAS, J.; PARK, J. O.; SIVASITHAMPARAM, K. Colonization of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and development of root-rot. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 7, p. 1229-1235, 2005.

- RODRIGUEZ-KÁBANA, R.; MORGAN-JONES, G.; GODOY, G.; GINTIS, B. O. Effectiveness of species of *Gladiolus*, *Paecilomyces* and *Verticillium* for control of *Meloidogyne arenaria* in field soil. **Nematropica**, v. 14, n. 1, p. 155-170, 1984.
- SANTIAGO, D.C.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; RIBEIRO, E. R.; GOMES, B. C.; SANTORO, P. H. Seleção de isolados de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson para controle de *Meloidogyne paranaensis* em tomateiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1055-1064, 2006.
- SIKORA, R. A. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, n. 30, p. 245-270, 1992.
- SIKORA, R. A.; FERNANDEZ, E. Nematodes parasites of vegetables. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant-parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2nd ed. Wallingford: Cabi, 2005. p. 319-392.
- SIKORA, R. A.; PADGHAM, J. L. Biological control potential and modes of action of *Bacillus megaterium* against *Meloidogyne graminicola* on rice. **Crop Protection**, v. 26, n. 7, p. 971-977, 2007.
- TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- VILAS-BOAS, L. C.; TENENTE, R. C. V.; GONZAGA, V.; NETO, S. P. S.; ROCHA, H. S. Reação de clones de bananeira (*Musa* spp.) ao nematóide *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, Raça 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 690-693, 2002.
- ZANELLA, C. S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; CARVALHO, F. C. Resistência de cultivares de algodoeiro ao nematóide das galhas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 655-659, 2005.

Received on April 9, 2008.

Accepted on November 8, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.