

## CONTROLE DE NEMATOIDES DAS GALHAS EM PLANTAS DE TOMATE COM ISOLADOS MUTANTES DE *Paecilomyces lilacinus*

Diogo Robl\*

Arlei Maceda\*\*

Patricia do Rocio Dalzoto\*\*\*

Camila da Costa Senkiv\*\*\*\*

Ida Chapaval Pimentel\*\*\*\*\*

Maria Aparecida Cassilha Zawadneak\*\*\*\*\*

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de três diferentes isolados de *Paecilomyces lilacinus* no controle de *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. O experimento foi realizado em casa de vegetação no período de novembro de 2008 a maio de 2009, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 3 repetições. Os isolados de *P. lilacinus* utilizados foram PAE 69 (isolado endofítico), 2K e RG3 (isolados mutantes). O inóculo foi produzido em arroz cozido esterilizado e a produção de ovos de nematoides foi realizada em plantas de tomate cultivar Santa Clara durante 60 dias. Posteriormente, foram inoculadas com 4.000 ovos/ juvenis de nematoides e 50 g de arroz colonizado ( $10^9$  esporos.  $g^{-1}$  de arroz). Após 45 dias procederam-se as avaliações do número de galhas e de massas de ovos por sistema radicular. Os resultados demonstraram que não houve redução no parasitismo das plantas pelos nematoides com os três isolados de *P. lilacinus* testados, em comparação com as testemunhas ( $p$ -valor  $>0,05$ ). *M. incognita* produz significativamente ( $p$ -valor = 0,0003) uma maior massa de ovos por galha do que *M. javanica*, indicando uma maior capacidade reprodutiva da primeira espécie. Nas condições do presente estudo, conclui-se que os isolados fúngicos analisados não foram eficientes para o controle biológico de *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lycopersicon esculentum*; *Meloidogyne incognita*; *Meloidogyne javanica*; Controle biológico.

## CONTROL OF NEMATODES IN TOMATO PLANTS WITH MUTANT ISOLATES OF *Paecilomyces lilacinus*

**ABSTRACT:** The effect of three different isolates of *Paecilomyces lilacinus* in the control of *Meloidogyne incognita* 3 and *Meloidogyne javanica* was evaluated. Experiment was performed in a greenhouse, between November 2008 and May 2009, with a randomized design comprising 10 treatments and 3 repetitions. *P. lilacinus* isolates were PAE 69 (endophyte isolate), 2K and RG3 (mutant isolates). Inoculum was produced in sterilized cooked rice and the production of nematode eggs was undertaken in tomato plants, Santa Clara cultivar, during 60 days. They were inoculated with 4000 eggs/nematode juveniles and 50 g colonized rice ( $10^9$  spores.  $g^{-1}$  rice). After 45 days, number of galls and egg mass per root system were evaluated. Results showed that no decrease in plant parasitism by nematodes occurred with the three *P. lilacinus* isolates when compared to control ( $p$ -rate $>0.05$ ). Since *M. incognita*

\* Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologista na Universidade Federal do Paraná – UFPR, Ex-Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Patologia Básica, UFPR. E-mail: diogo\_robl@hotmail.com

\*\* Engenheiro Agrônomo, Mestre e Pesquisador do Centro de Diagnóstico “Marcos Enrietti” (CDME), da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. E-mail: arleimaceda@seab.pr.gov.br

\*\*\* Bióloga, Doutora e Docente do Departamento de Patologia Básica, Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: pdalzoto@ufpr.br

\*\*\*\* Discente do Curso de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Ex-Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: camilacsgr@hotmail.com

\*\*\*\*\* Engenheira Agrônoma, Doutora e Docente do Departamento de Patologia Básica – Universidade Federal do Paraná - UFPR; E-mail: ida@ufpr.br

\*\*\*\*\* Engenheira Agrônoma, Doutora, Orientadora e Docente do Departamento de Patologia Básica na Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: mazawa@ufpr.br

produces significantly ( $p$ -rate = 0.0003) a larger egg mass per gall than *M. javanica*, a greater reproduction capacity of the former species has been shown. Within the context of current study, the fungus isolates analyzed were not efficient for the biological control of *M. incognita* 3 and *M. javanica*.

**KEYWORDS:** *Lycopersicon esculentum*; *Meloidogyne incognita*; *Meloidogyne javanica*; biological control.

## INTRODUÇÃO

Patógenos de solo, como os nematoides de galhas pertencentes ao gênero *Meloidogyne* spp., possuem grande importância na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.), pelos danos causados e pelas dificuldades no controle. Plantas de tomate, quando atacadas severamente pelos nematoides das galhas, apresentam redução do tamanho e da eficiência do sistema radicular funcional (CANTU et al., 2009; ZAMBIASI; BELOT, 2010). O cultivo em áreas com altas infestações de *Meloidogyne* spp. pode levar à morte de mudas no campo e afetar negativamente a produção das plantas sobreviventes (CANTU et al., 2009).

O uso de nematicidas geralmente apresenta baixa eficiência e elevado custo do tratamento por unidade de área (CARNEIRO, 1992). Isso faz com que métodos alternativos de controle sejam cada vez mais pesquisados (FERRAZ; SANTOS, 1995; ZAMBIASI; BELOT, 2010). Algumas técnicas são recomendadas para o controle dos nematoides parasitos de plantas, como adubos verdes em sistemas de rotação de culturas, cultivares resistentes, solarização, e a utilização de organismos supressores aos nematoides (CANTU et al., 2009). Alguns produtos estão disponíveis para o controle de nematoides, estes contêm bactérias, como o produto Blue Circle® (*Burkholderia cepacia*), fungos, como Paecil® (*Paecilomyces lilacinus*), ou metabólitos de fungos inativados, como DiTera® (*Myrothecium verrucaria*) (ZUM FELDE et al., 2006).

Dentro da perspectiva do manejo integrado de pragas, os fungos podem ser utilizados, já que vários gêneros têm a capacidade de reduzir a multiplicação de nematoides seja por parasitismo, predação ou antagonismo (SIDDIQUI; MAHMOOD, 1996). O fungo *P. lilacinus* é um agente promissor, pois é um parasita facultativo de ovos e fêmeas de *Meloidogyne* spp. (KERRY, 1990), cresce rapidamente *in vitro* sobre

resíduos agroindustriais (ROBL et al., 2009) e a sua sobrevivência no solo não depende da presença dos nematoides (CARNEIRO, 1992). Além disso, esse fungo tem sido detectado em diferentes tipos de hospedeiros e solos (SOSA-GOMEZ, 2002).

Contudo, a seleção de novos isolados de *P. lilacinus* é importante na busca de microrganismos eficientes e adaptados a diferentes regiões edafoclimáticas no controle de nematoides fitoparasitas, como verificado para *M. incognita* (SANTOS; FERRAZ; MUCHOVEJ, 1992), para *Meloidogyne paranaensis* em testes *in vitro* (CADIOLI et al., 2007) e em casa de vegetação (SANTIAGO et al., 2006). Estes autores demonstraram que isolados procedentes de diferentes regiões geográficas e de diferentes fontes de isolamento podem variar quanto à capacidade parasitária.

Apesar de trabalhos relatarem avanços sobre o estudo da genética desse fungo, como o uso de marcadores moleculares (TIGANO-MIGANO et al., 1995), PCR em tempo real (ATKINS et al., 2005), "Telomeric fingerprinting" (INGLIS et al., 2005) e clonagem do gene da quitinase (DONG; YANG; ZHANG, 2007), poucos objetivam obter isolados a partir de mutagênese (PIMENTEL; AZEVEDO, 1989) e de transformação (INGLIS; TIGANO, VALADARES-INGLIS, 1999; WANG et al., 2010).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de três diferentes isolados de *Paecilomyces lilacinus* no controle de *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em condições de casa de vegetação no Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti, Curitiba, PR no período de novembro de 2008 a maio de 2009.

O experimento foi instalado em delineamento

inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 3 repetições, sendo cada parcela constituída de uma planta de tomate por vaso, totalizando 30 parcelas (Quadro 1).

**QUADRO 1** Código dos tratamentos com isolados de *Paecilomyces lilacinus* (PAE 69, RG3, 2K) e nematoides de galha *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica* em tomateiro Santa Clara.

Código	TRATAMENTOS	
	Linhagem do Fungo	Espécie de Nematóide
T1	<i>Paecilomyces lilacinus</i> PAE 69	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i> PAE 69	<i>Meloidogyne javanica</i>
T3	<i>Paecilomyces lilacinus</i> RG 3	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3
T4	<i>Paecilomyces lilacinus</i> RG 3	<i>Meloidogyne javanica</i>
T5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 2K	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3
T6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 2K	<i>Meloidogyne javanica</i>
T7	Sem fungo	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3
T8	Sem fungo	<i>Meloidogyne javanica</i>
T9	Sem fungo, sem substrato de arroz	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3
T10	Sem fungo, sem substrato de arroz	<i>Meloidogyne javanica</i>

As populações de *M. incognita* raça 3 e *M. javanica* foram obtidas a partir de raízes de tomateiros (*L. esculentum* L.) cultivar Santa Clara e a extração dos ovos dos nematoides foi realizada segundo o método de Bonetti; Ferraz (1981).

Os três isolados analisados de *P. lilacinus* foram: PAE 69, 2K e RG3. O isolado PAE 69, endofítico, foi isolado de plantas de soja coletadas no Centro de Estações Experimentais do Canguiri, Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Pinhais, Paraná (PIMENTEL et al., 2006). Já os isolados mutantes 2K e RG3, originalmente isolados de *M. incognita*, foram obtidos a partir de luz U.V e radiação GAMA, respectivamente (PIMENTEL; AZEVEDO, 1989). Esses isolados foram armazenados no banco biológico do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LabMicro, do Departamento de Patologia Básica, da Universidade Federal do Paraná.

A sensibilização dos isolados de *P. lilacinus* foi realizada *in vitro* com ovos de *M. incognita* raça 3. Os isolados foram cultivados em Batata Dextrose Agar (BDA, Merck) durante 7 dias a 25 °C em BOD. Desse repique, 3 discos de 0,5 cm de diâmetro foram retirados e colocados de forma equidistantes em placas de Petri com Agar-água (2%) e incubados no escuro a 25 °C em BOD. Quando as culturas cobriram toda a placa, foi aplicado e espalhado, com o auxílio da alça de Drigalski, 1 cm<sup>3</sup> de uma suspensão concentrada de ovos e juvenis de *M. incognita* raça 3. As placas foram incubadas novamente nas mesmas condições até abundante esporulação do fungo, que então foi reisolado e utilizado para a produção do inóculo.

Os isolados sensibilizados foram cultivadas em frascos contendo BDA durante 7 dias a 25 °C em BOD e o preparo da suspensão de esporos foi realizado de acordo com Robl et al. (2009). Uma alíquota de 5 cm<sup>3</sup> de cada suspensão foi aplicada em arroz cozido (SANTIAGO et al., 2006) e incubados por 21 dias em BOD a 25 °C, sobre regime alternado de 12 horas de luz. Após incubação, foi realizada a quantificação de esporos em Câmara de Neubauer, pela trituração de 1 g de arroz em 10 cm<sup>3</sup> de água destilada e 8 gotas de Tween 80 (0,01%).

Em casa de vegetação, plântulas de tomateiro Santa Clara com 16 dias de idade foram transplantadas para vasos de poliestireno (capacidade para 2 dm<sup>3</sup>) com solo e esterco (1:1) previamente autoclavado (1 MPa, 120 °C por 1 hora). Então, realizou-se a homogeneização de 1,5 dm<sup>3</sup> do solo com 50 g de arroz colonizado (10<sup>9</sup> esporos do fungo. g<sup>-1</sup> de arroz) para cada vaso respectivamente. Inoculou-se na região da rizosfera, próximo ao colo, com 5 cm<sup>3</sup> de suspensão aquosa contendo aproximadamente 4.000 ovos e/ou juvenis de cada espécie de *Meloidogyne*. Na testemunha, foram introduzidos apenas 50 g de arroz não colonizado. Durante o período experimental, as temperaturas máximas e mínimas (°C) foram monitoradas diariamente por meio de termômetro (Incoterm®).

Após 45 dias da inoculação, foram avaliados o número de galhas, o número de massas de ovos e o peso da matéria fresca do sistema radicular. A avaliação do número de galhas e de massas de ovos foi feita em

função do peso das raízes e não por sistema radicular para remover possíveis interferências nos resultados devido às variações no tamanho do sistema radicular. Raízes menores comportariam um número menor de galhas e de massas de ovos. Porém, isso não significa um maior controle reprodutivo dos nematoides pelo fungo.

Para possibilitar a contagem do número de galhas e de massas de ovos, as raízes foram lavadas sob água corrente e imersas por 15 minutos em solução de Floxina B 0,0015% para coloração e melhor visualização das massas de ovos.

As variáveis analisadas, número de galhas e o número de massas de ovos dos nematoides por grama de raiz, foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Assistat versão 7.5 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença significativa ( $p$ -valor = 0,08) entre as médias dos tratamentos para o número de massa de ovos por grama de raiz (Tabela 1).

O desenvolvimento de *P. lilacinus* como agente de controle biológico depende de diversos fatores, entre eles concentração do inóculo, idade da planta, virulência do patógeno, viabilidade e método de aplicação, condições ambientais, tipo, fertilidade, temperatura e pH do solo, além da suscetibilidade do hospedeiro (KERRY, 2000).

Nas condições do presente estudo, a quantidade de esporos inoculada ( $2,04 \times 10^7$  esporos.  $g^{-1}$  de solo) por vaso não foi adequada para que o fungo *P. lilacinus* exercesse um controle efetivo em *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*. Na literatura são encontrados diferentes concentrações do inóculo. Carneiro (1986) verificou redução reprodutiva de *M. arenaria* a partir de densidades de  $10^6$  esporos.  $g^{-1}$  de solo.

**TABELA 1** Número médio de massa de ovos de nematoides *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica* e de galhas por grama de raiz de tomateiro Santa Clara, cultivado em vasos, em casa de vegetação. Curitiba, PR, 2009.

Tratamento	Média de massa de ovos /grama de raiz	Média de galhas / grama de raiz	
T1	75,25 a	117,72	bcd
T2	133,97 a	229,58	ab
T3	67,22 a	116,60	bcd
T4	123,91 a	275,74	a
T5	85,74 a	160,59	abcd
T6	101,93 a	176,09	abc
T7	32,70 a	77,80	cd
T8	30,68 a	52,51	d
T9	54,84 a	92,45	cd
T10	51,84 a	88,22	cd

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV 15,84%. T1= *Paecilomyces lilacinus* PAE 69 + *M. incognita* raça 3; T2 = *P. lilacinus* PAE 69 + *M. javanica*; T3 = *P. lilacinus* RG 3 + *M. incognita* raça 3; T4 = *P. lilacinus* RG 3 + *M. javanica*; T5 = *P. lilacinus* 2K + *M. incognita* raça 3; T6 = *P. lilacinus* 2K + *M. javanica*; T7 = sem fungo + *M. incognita* raça 3; T8 = sem fungo + *M. javanica*; T9 = sem fungo, sem substrato de arroz *M. incognita* raça 3; T10 = sem fungo, sem substrato de arroz + *M. Javanica*.

Entretanto, Alves e Campos (2003) conseguiram reduzir a infestação de *M. javanica* e *M. incognita* raça 3 em casa de vegetação utilizando uma densidade de  $2,13 \times 10^{11}$  esporos de *P. lilacinus* .  $g^{-1}$  de solo.

O processo de infecção de ovos de nematoides por fungos pode ser mecânico, enzimático ou a associação de ambos. Bonants et al. (1995) purificaram uma serina protease de *P. lilacinus* capaz de afetar o desenvolvimento dos ovos de *Meloidogyne hapla* e sugeriram uma relação entre esta enzima e a patogenicidade do fungo. Porém, essa enzima sofre uma repressão da indução na presença de glucose, que é um dos sacarídeos liberados durante degradação do amido presente no arroz. Desta forma, sendo *P. lilacinus* um parasita facultativo de nematoide (CARNEIRO, 1992), este fungo pode ter utilizado primeiramente o arroz como fonte de energia, degradando-o a monossacarídeos. Somente após o esgotamento deste substrato, os fungos podem ter buscado os ovos dos nematoides como hospedeiros. Como *P. lilacinus* não parasita a fase de

juvenil do nematoide, possivelmente, após a eclosão dos ovos, o potencial de infecção do fungo diminuiu.

É importante ressaltar que a sensibilização dos isolados foi realizada previamente ao experimento em casa de vegetação, atestando a capacidade, por testes *in vitro*, das três cepas em parasitar os ovos de *M. incognita* raça 3. Entretanto, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos sem a inoculação e com as diferentes cepas de *Paecilomyces* spp. (Tabela 1). Não existem registros na literatura do uso de cepas endofíticas de *P. lilacinus* no controle de nematoides no solo. Além disso, os isolados mutantes RG3 e 2K podem apresentar mutações que resultaram em modificações quanto à adaptação no solo e em enzimas, como proteases e quitinases, que participam do processo de endoparasitismo dos ovos de *Meloidogyne* spp. Meyer (1994) utilizou uma linhagem mutante e uma linhagem selvagem de *Verticillium lecanii* no controle de *M. incognita* e verificou que a linhagem mutante era capaz de reduzir significativamente a viabilidade dos ovos *in vitro*, porém, em casa de vegetação não ocorreu redução estatisticamente significativa nas populações de nematóide.

As médias das temperaturas máximas e mínimas registradas em casa de vegetação foram respectivamente 32,1°C e 23,1°C. Essa oscilação pode ter colaborado para a baixa eficiência no controle dos nematoides, pois pode ter reduzido o crescimento do fungo no solo e o parasitismo dos ovos, uma vez que, a temperatura ótima para o crescimento de *P. lilacinus* e para infecção de ovos fica em torno de 25°C (HOOG; GUARRO, 2004; SANTIAGO et al., 2006). Da mesma forma, Santos, Ferraz e Muchovej (1992) observaram variação no parasitismo dos ovos de *M. incognita* por diferentes isolados de *P. lilacinus*, e que esta variabilidade pode ser devida à adaptação seletiva aos vários fatores climáticos e edáficos em sua origem geográfica, como tipo de solo ou temperatura ambiente. Cadioli et al. (2007) verificaram que o crescimento micelial dos isolados de *P. lilacinus* tem grande dependência da temperatura, sendo ótima a 22,5°C; porém, a temperatura ótima de infecção dos ovos de *M. paranaensis* em meio BDA é de 25°C. Além disso, Cabanillas, Barker e Nelson (1989)

verificaram que, com o aumento da temperatura do solo, de 16° a 28°C, houve aumento dos danos nas raízes causados por *M. incognita* e também na porcentagem de massas de ovos infectados por *P. lilacinus*.

Comparando os resultados entre *M. javanica* e *M. incognita* raça 3 (Tabela 2), observa-se que o número de galhas e de massas de ovos encontradas nas plantas inoculadas com a espécie *M. incognita* foram superiores em relação às inoculadas com *M. javanica*, o que demonstra uma maior capacidade reprodutiva da primeira em relação à segunda espécie.

**TABELA 2** Resultados médios de número de galhas e massa de ovos de nematoides *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica* em raiz de tomateiro Santa Clara, cultivado em vasos, em casa de vegetação. Curitiba, PR, 2009.

Nematóide	Peso da raiz (g)	Número de galhas	Massa de ovos
<i>Meloidogyne javanica</i>	2,05	17,44	196,67
<i>Meloidogyne incognita</i>	7,32	27,56	451,53
p-valor	<0,0000	<0,0000	0,0003
CV (%)	36,56	20,21	30,86

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições do presente estudo, os isolados de *P. lilacinus* na concentração de  $2,04 \times 10^7$  esporos . g<sup>-1</sup> de solo, mostraram-se ineficientes no controle reprodutivo de *M. incognita* raça 3 e *M. javanica* na cultura do tomate. Sugerem-se novos experimentos com outros tipos mutantes e com outros isolados ambientais de *P. lilacinus*.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Dr Rui Carneiro Laboratório de Nematologia do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina, PR, pela colaboração no envio das espécies de nematoides.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. R.; CAMPOS, V. P. Efeitos da temperatura sobre a atividade de fungos no controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* raça 3. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 91-97, 2003.
- ATKINS, S. D. et al.. The use of real-time PCR and species-specific primers for the identification and monitoring of *Paecilomyces lilacinus*. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 51, n. 2, p. 257-264, 2005.
- BONANTS, J. M. P. et al. A basic serine protease from *Paecilomyces lilacinus* with biological activity against *Meloidogyne hapla* eggs. **Microbiology**, v. 141, n. 4, p. 775-784, 1995.
- BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S.. Modificação do método de Hussey; Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- CABANILLAS, E.; BARKER, K. R.; NELSON, L. A.. Growth of isolates of *Paecilomyces lilacinus* and their efficacy in biocontrol of *Meloidogyne incognita* on tomato. **Journal of Nematology**, v. 21, n. 2, p.164-172, 1989.
- CADIOLI, M. C. et al.. Crescimento micelial e parasitismo de *Paecilomyces lilacinus* sobre ovos de *Meloidogyne paranaensis* em diferentes temperaturas *in vitro*. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 305-311, 2007.
- CANTU, R. R. et al.. Reação de porta-enxertos comerciais de tomateiro a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 216-218, 2009.
- CARNEIRO, R. M. D. G.. **Étude des possibilites d'utilisation du champignon nématophage, *Paecilomyces lilacinus*, comme agente de lutte biologique contre *Meloidogyne aremaria***. 1986. 119f. Tese (Doutorado). Université des Sciences et Technologies de Lille, Montpellier, 1986.
- \_\_\_\_\_. Princípios e tendências do controle biológico de nematóides com fungos nematófagos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 113-121, 1992.
- DONG, L. Q.; YANG, J. K.; ZHANG, K. Q.. Cloning and phylogenetic analysis of the chitinase gene from the facultative pathogen *Paecilomyces lilacinus*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, n. 6, p. 2476-2488, 2007.
- FERRAZ, S.; SANTOS, M. A.. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, rs: EMBRAPA, 1995, p. 283-314.
- HOOG, G. S.; GUARRO, J. **Atlas of Clinical Fungi**. Centraalbureau voor chimmelcultures/Universitat rovara i Virgili, 2004. 1126 p.
- INGLIS, P. W. et al. DNA Fingerprinting of *Paecilomyces* Strains of Potential use for the Biological Control of Pests. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 8-9, p. 1487-1492, 2005.
- INGLIS, P. W.; TIGANO, M. S.; VALADARES-INGLIS, M. C.. Transformation of the entomopathogenic fungi, *Paecilomyces fumosoroseus* and *Paecilomyces lilacinus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to benomyl resistance. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 1, 1999.
- KERRY, B. R.. An assessment of progress toward microbial controle of plant parasitic nematode. **Journal of Nematology**, v. 22, n. 45, p. 621-631, 1990.
- \_\_\_\_\_. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 38, n.1, p. 423-442, 2000.
- MEYER, S. L. F. Effects of a wild type strain and a mutant strain of the fungus *Verticillium lecanii* on *Meloidogyne incognita* populations in greenhouse studies. **Fundamental applied Nematology**, v. 17, n. 6, p. 563-567, 1994.
- PIMENTEL, I. C. et al.. Identification and Colonization of Endophytic Fungi from Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) under different Environmental Conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v 49, n. 5, p. 705-711, 2006.
- PIMENTEL, I. C.; AZEVEDO, J. L. Obtenção de mutantes de *Paecilomyces lilacinus* para utilização no controle biológico de nematóides. In: REUNIÃO SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3., 1989, Piracicaba, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: USP/EMBRAPA, 1989.
- ROBL, D. et al. Spore production in *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson strains on agro-industrial residues. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 2, p. 296-300, 2009.

SANTIAGO, D. C. et al. Selection of isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson to control *Meloidogyne paranaensis* in tomato. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, 2006.

SANTOS, M. A. dos; FERRAZ, S.; MUCHOVEJ, J. J. Evaluation of 20 species of fungi from Brazil for biocontrol of *Meloidogyne incognita* race 3. **Nematropica**, v. 22, n. 2, p. 183-192, 1992.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: a review. **Bioresource Technology**, v. 58, n. 3, p. 229-239, 1996.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V.. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOSA-GOMEZ, D. R. **Fungos entomopatogênicos**: catálogo de isolados. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2002. 32p, v.1. (Série Documentos).

TIGANO-MILANI, M. S. et al.. DNA markers for differentiating isolates of *Paecilomyces lilacinus*. **Microbiology**, v. 141, n. 1, p. 239-245, 1995.

WANG, J. et al.. Enhancing the virulence of *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne incognita* eggs by overexpression of a serine protease. **Biotechnology Letters**, v. 32, n. 8, p. 1159-1166, 2010.

ZAMBIASI, T.; BELOT, J. L. Proteção integrada. **Revista Cultivar**, p. 10, 2010. (Caderno Especial Pragas).

ZUM FELDE, A. et al. Effect of combined inoculations of endophytic fungi on the biocontrol of *Radopholus similis*. **InfoMusa**, v. 15, n. 1-2, p. 12-18, 2006.

*Recebido em: 27 de janeiro de 2011*

*Aceito em: 28 de maio de 2012*