

LFN-0512 Nematologia

Nematicidas Biológicos



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Departamento de Fitopatologia e Nematologia
Piracicaba 9 Outubro 2020



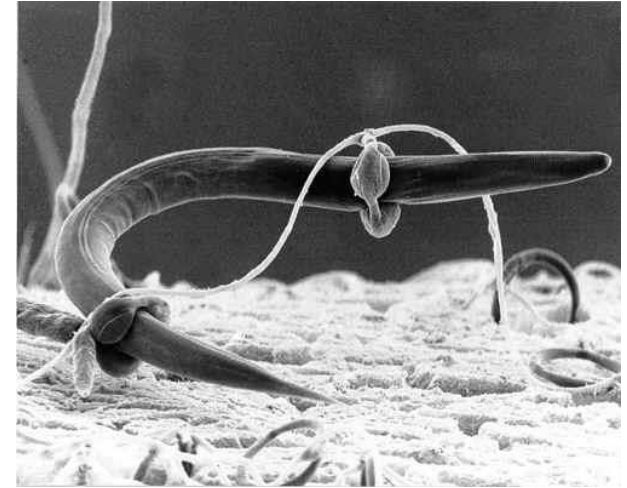
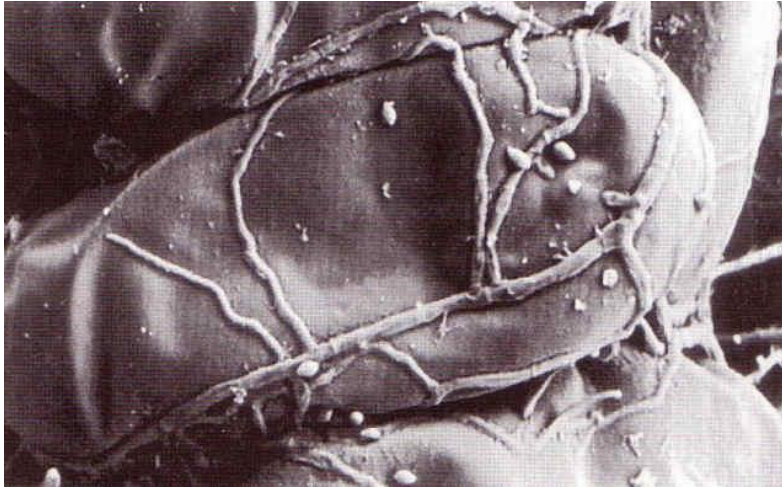
Sem.	Dia	Assunto LFN-0512
1	21ago	Informações gerais. <i>Meloidogyne</i> . Algodoeiro parte 1
2	28ago	<i>Rotylenchulus</i> . Algodoeiro parte 2
3	4set	<i>Pratylenchus</i> . Algodoeiro parte 3 / Soja parte 1
4	11set	<i>Heterodera</i> . Soja parte 2
5	18set	<i>Helicotylenchus</i> / <i>Scutellonema</i> . Soja parte 3 / Inhame
6	25set	<i>Aphelenchoides</i> . Soja parte 4 / Arroz
7	2out	Nematicidas sintéticos
8	9out	Nematicidas biológicos
9	16out	Prova 1 (semanas 1-8)
10	23out	<i>Paratrichodorus</i> . Milho
11	30out	Cana-de-açúcar
12	6nov	<i>Bursaphelenchus</i> . Coqueiro / Dendezeiro (Marcelo Oliveira / Apta)
13	13nov	Ornamentais (Marcelo Oliveira)
14	20nov	Transmissores de viroses. Nematoides quarentenários (Marcelo Oliveira)
15	27nov	<i>Tylenchulus</i> / <i>Radopholus</i> . Banana / Cítricos
16	4dez	<i>Ditylenchus</i> . Alho / Cebola
17	11dez	Prova 2 (semanas 10-16)
18	18dez	Repositiva

Roteiro

- 1 Generalidades
- 2 Principais fungos
- 3 Principais bactérias

Generalidades

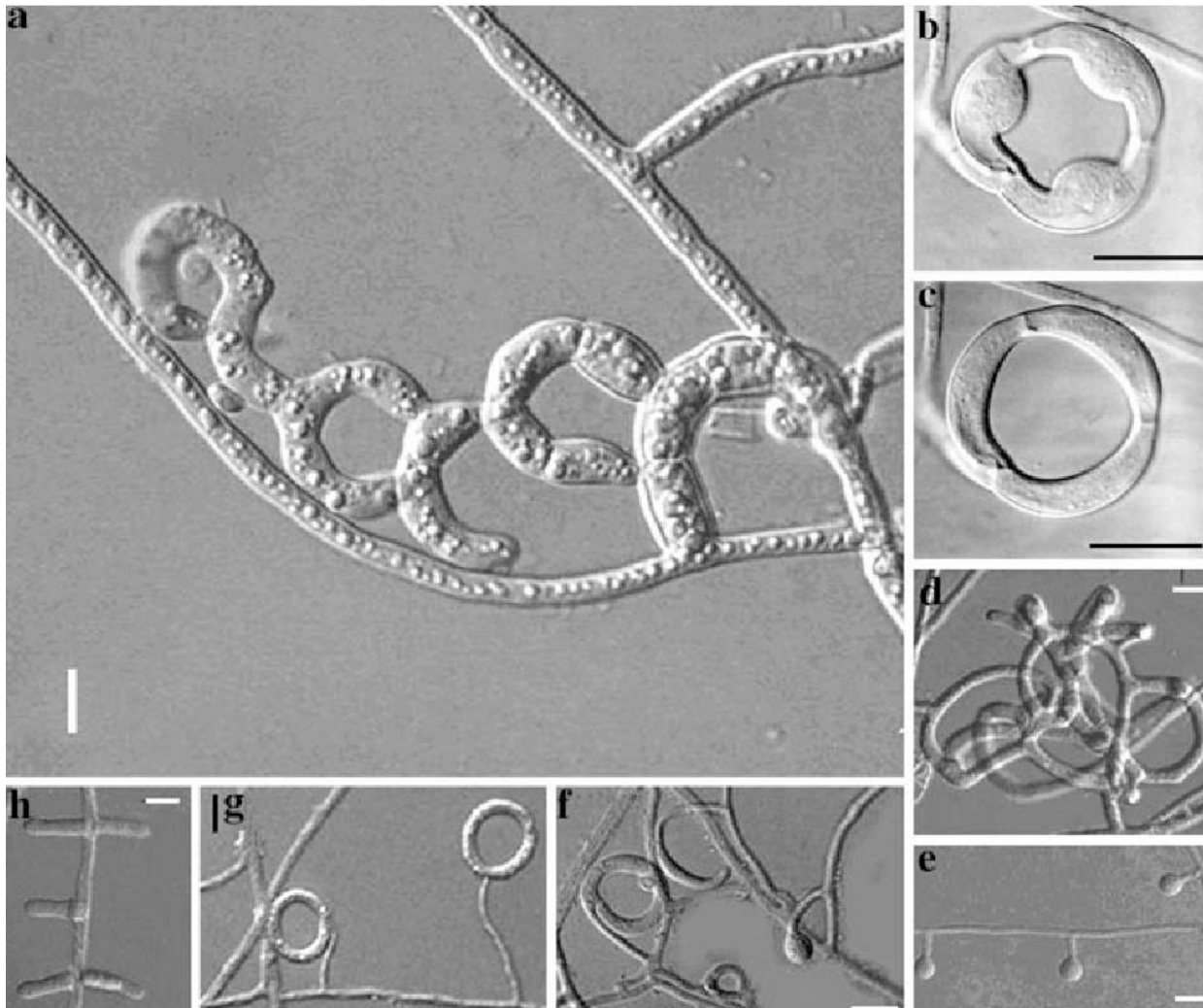
Fungos parasitas de ovos;
predadores (com estruturas para captura de juvenis e adultos móveis);
colonizadores endofíticos das raízes;
produtores de metabólitos tóxicos aos nematoides



Bactérias formadoras de esporos adesivos
(*Pasteuria* spp.)

Rizobactérias promotoras de crescimento;
formadoras de biofilme;
produtoras de metabólitos tóxicos aos nematoides





a *Dactylella dianchiensis*. **b/c** *Arthrobotrys brochopaga*. **d** *A. oligospora*. **e** *Monacrosporium elliposporum*. **f** *M. candidum*.

Vantagens

Baixo risco ao aplicador
e consumidor
Purpureocillium lilacinum ?

Saprófitas/parasitas ou predadores
facultativos de nematoides; ou
parasitas obrigatórios de nematoides

Baixo risco ao
ambiente

Não afetam negativamente
organismos valiosos

O agente pode se
estabelecer no solo →
Solos supressivos

Pouco frequente, mas possível

Facilidade de
registro

Custo e tempo para registro
menores que os sintéticos



Desvantagens

Tipo de controle?

Clássico
Inundativo
Natural

Custo \times Eficácia

Escala de produção

Eficácia esperada

Elevado risco de
insucesso

Qualidade do produto/especificidade
Validade do produto/armazenamento
Exigências ambientais no solo



Cuidados & Recomendações

Escolha do agente

Ação (parasita de ovos ou predador)

Especificidade

Pureza e qualidade do produto

Fabricante idôneo

Armazenamento, transporte e aplicação

Verificar exigências do organismo

Testes iniciais em microparcelas

Verificar eficácia no ambiente local

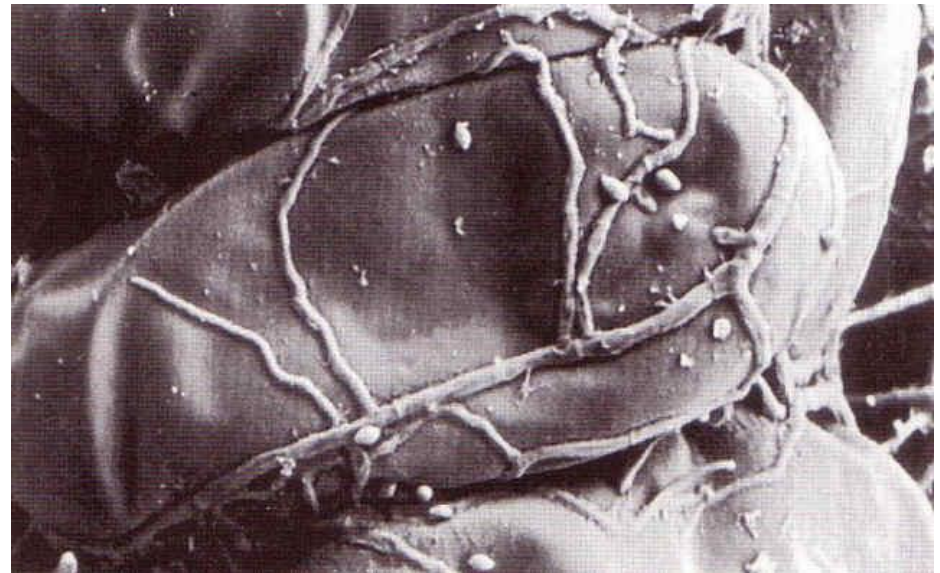
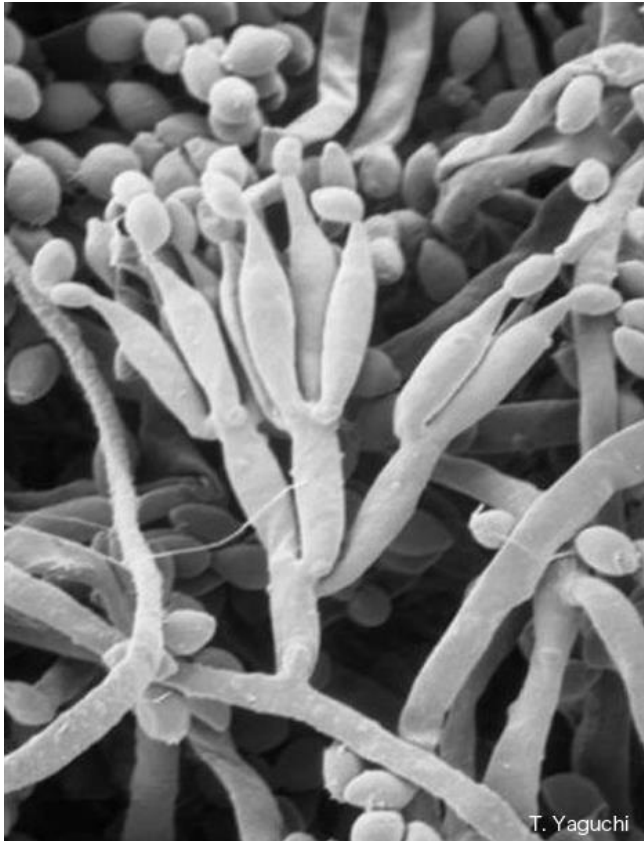


Principais Fungos

Purpureocillium lilacinum

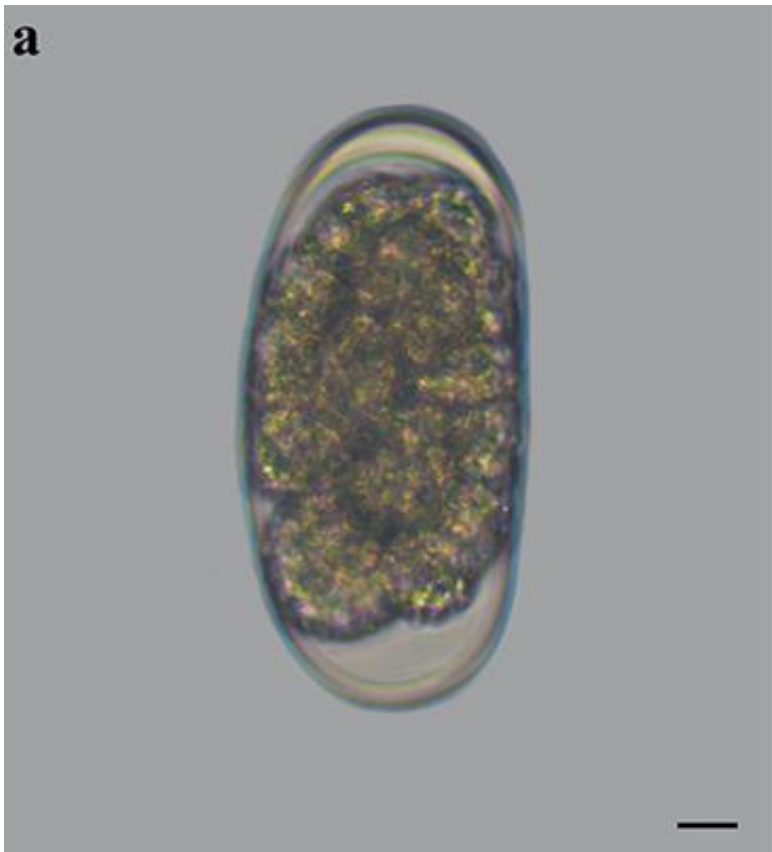
Anteriormente *Paecilomyces lilacinus*

Colonização de ovos
Principais alvos Nematoides das galhas
e de cisto; também reniforme



Hifa de *P. lilacinus* parasitando ovo de *Meloidogyne*





a Ovo de *Meloidogyne incognita* sadio. **b** Ovo infectado por *P. lilacinus*

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.01084/full>

Possível ação sobre nematoides migradores → Captura de formas móveis



Frequente no ambiente

Controle biológico natural → Solos supressivos naturais

Parasita facultativo

Fase saprofítica → Produção *in vitro*

Pode tornar solos supressivos



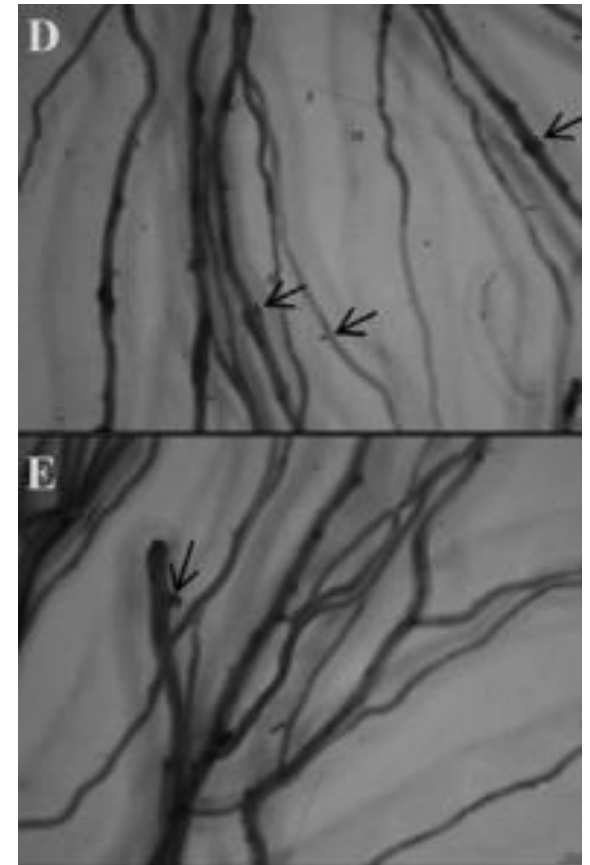
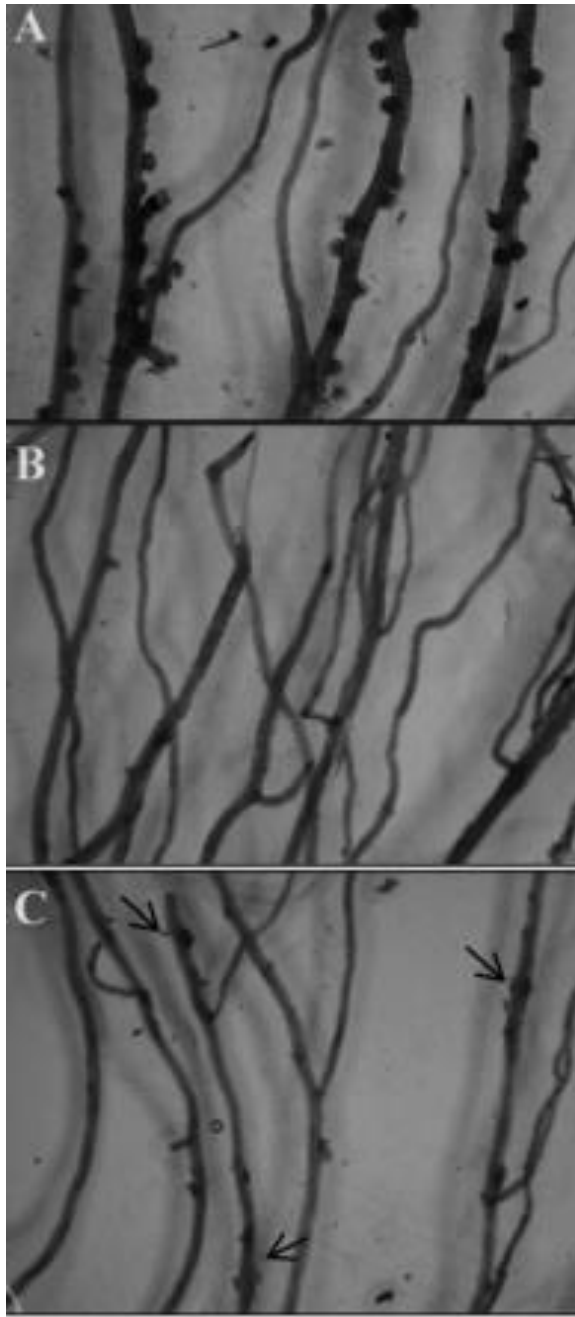
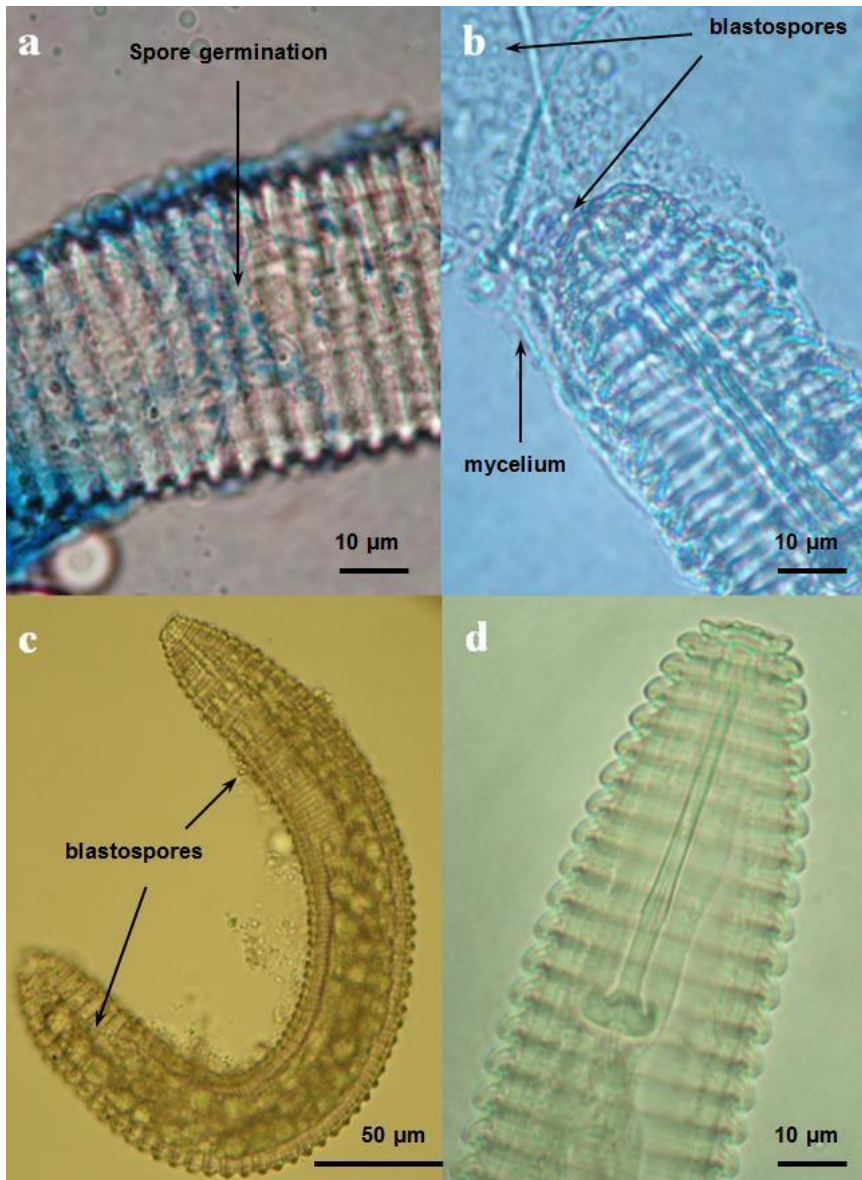


Fig. 1. *Rotylenchulus reniformis* females feeding from the cotton roots treated with *Paecilomyces lilacinus* strain 251 at 30 days after planting. **A**, Untreated control; **B**, Aldicarb (5.6 kg/ha); **C**, *Paecilomyces lilacinus* (0.1% vol/vol); **D**, *P. lilacinus* (0.2% vol/vol); and **E**, *P. lilacinus* (0.3% vol/vol).

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-10-12-0978-RE>



https://www.researchgate.net/publication/287914667_Isolation_of_fungi_associated_with_Criconemoides_sp_and_their_potential_use_in_the_biological_control_of_ectoparasitic_and_semiendoparasitic_nematodes_in_sugar_cane

Pochonia chlamydosporia



Hifa de *P. chlamydosporia*
parasitando ovo de *Meloidogyne*

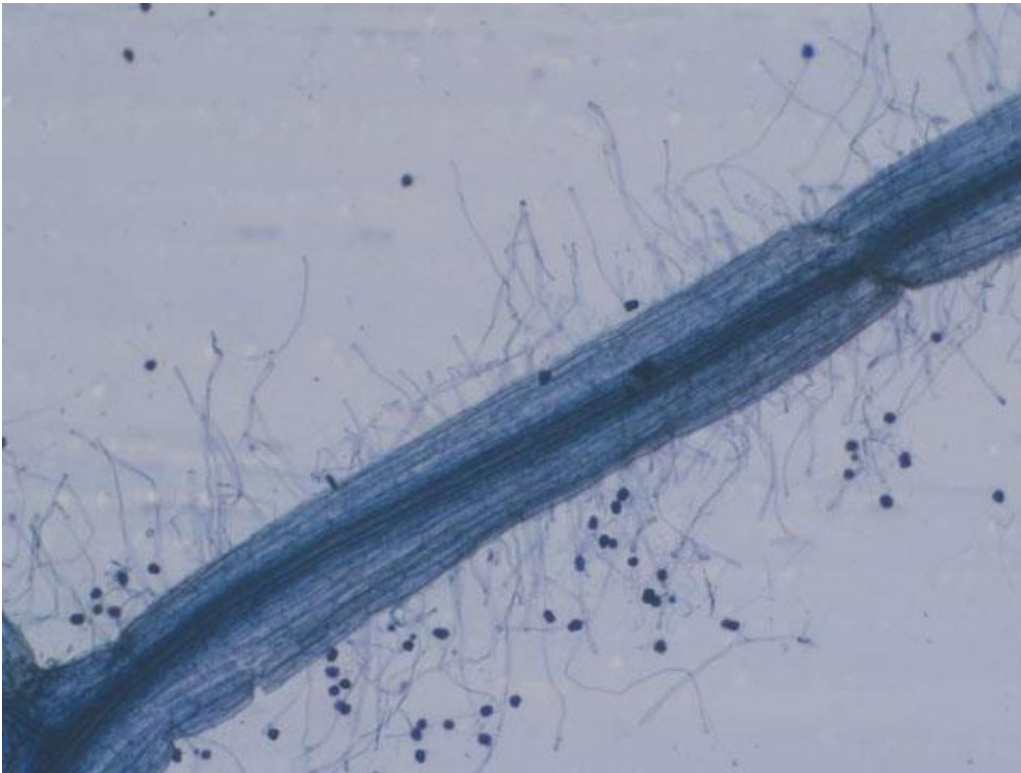
Colonização de ovos (e fêmeas?)
Principais alvos Nematoides das galhas
e de cisto; também reniforme e
Nacobbus

Nematoides migradores?

Colonização dos ovos é a principal
ação

Ação enzimática **Proteases e
quitinases** degradam casca dos ovos

Outras Ações



Colonização superficial ou endofítica das raízes

Proteção mecânica?
ou química (efeito tóxico)?

Indução de resistência?
Promoção de crescimento?

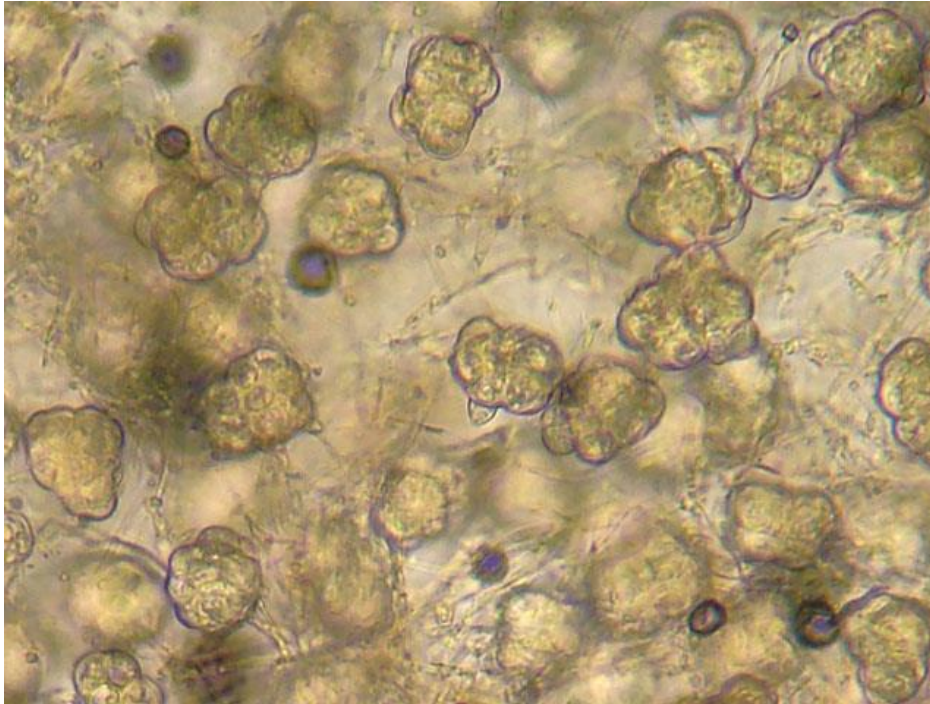
→ Solubilização de fósforo



Parasita
facultativo

Fase saprofítica → Produção *in vitro*

Pode tornar solos supressivos



Clamidósporos

Estrutura de resistência

Grande produção *in vitro*

Fermentação e microfiltração



DOSE-RESPONSE EFFECT OF *Pochonia chlamydosporia* AGAINST *Meloidogyne incognita* ON CARROT UNDER FIELD CONDITIONS¹

AMANDA FERREIRA BONTEMPO², EVERALDO ANTÔNIO LOPES^{2*}, RAFAEL HENRIQUE FERNANDES²,
LEANDRO GRASSI DE FREITAS³, ROSANGELA DALLEMOLE-GIARETTA⁴

ABSTRACT - The application of a bionematicide based on chlamydospores of *Pochonia chlamydosporia* (Pc-10) can be an important strategy for reducing the damage caused by *Meloidogyne incognita* on carrot. Based on this perspective, the nematicidal effects of 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 kg ha⁻¹ of Pc-10 were evaluated on carrot cv. Juliana under field conditions. Carrot yield and nematode population were influenced by increasing doses of Pc-10. The application of 3.0 kg ha⁻¹ of Pc-10 increased the marketable production of carrot roots by 41.7% compared to the untreated control, whereas the production of unmarketable roots and the nematode population in the soil were reduced by 48.7% and 61.4%. The application of 3.0 kg ha⁻¹ of Pc-10 reduces *M. incognita* population and improves carrot quality and yield.

Keywords: Biological control. *Daucus carota*. Nematophagous fungus. Root-knot nematode.

Table 1. Carrot (*Daucus carota* cv. Juliana) yield in plots infested with *Meloidogyne incognita* and treated with different doses of *Pochonia chlamydosporia*-based bionematicide (Pc-10) and a bionematicide based on a mix of nematophagous fungi + *Bacillus* spp. (NFB).

Dose	Carrot yield (kg plot ⁻¹)		
	Marketable roots	Unmarketable roots	Unmarketable roots with galls
0 kg ha ⁻¹ Pc-10	4.92	3.00	0.89
0.5 kg ha ⁻¹ Pc-10	4.88	2.88	0.77
1.0 kg ha ⁻¹ Pc-10	5.28	2.62	0.61
1.5 kg ha ⁻¹ Pc-10	6.47	2.40	0.46
2.0 kg ha ⁻¹ Pc-10	6.80	2.30	0.25
2.5 kg ha ⁻¹ Pc-10	7.61 *	1.81 *	0.04 *
3.0 kg ha ⁻¹ Pc-10	6.97	1.54 *	0.02 *
5.0 kg ha ⁻¹ NFB	5.07 ⁺	3.06 ⁺	0.47 ⁺
Effect of doses of Pc-10	Y = 4.726 + 0.938.x R ² = 0.85	Y = 3.097 - 0.489.x R ² = 0.96	Y = 0.909 - 0.317.x R ² = 0.98
CV (%)	17.46	26.05	38.49

*Pc-10 doses are different from the standard treatment (⁺), a bionematicide based on a mix of nematophagous fungi + *Bacillus* spp. (NFB), by Dunnett's test (P < 0.05). CV (%) = Coefficient of variation.



Incorporação ao solo de substrato contendo micélio e conídios de *Pochonia chlamydosporia* para o manejo de *Meloidogyne javanica*

Soil amendment with substrate containing mycelium and conidia of *Pochonia chlamydosporia* for the management of *Meloidogyne javanica*

Rosângela Dallemole-Giaretta^I Leandro Grassi de Freitas^{II} Deborah Magalhães Xavier^{II}
Ronaldo João Falcão Zooca^{II} Silamar Ferraz^{II} Everaldo Antônio Lopes^{III}

Tabela 2 - Efeito da aplicação ao solo de diferentes quantidades de grãos de arroz colonizados por *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* isolado Pc-10 sem presença de clamidósporos sobre o desenvolvimento de tomateiro, o número de galhas de *Meloidogyne javanica* nas raízes e a população do fungo no solo. Experimento 2.

Doses de grãos de arroz colonizados (g kg ⁻¹ de solo)	Altura (cm)	Massa da parte aérea (g)	Massa de raízes (g)	Nº de galhas	UFCs g ⁻¹ de solo
0 (sem nematoide)	66,3 ^{ns}	37,5	10,0 ^{ns}	-	-
0 (com nematoide)	59,0	35,2	8,8	615	-
1	65,8	37,3	8,8	642	4,5 x 10 ³⁺
5	62,8	41,2*	10,9	593	2,4 x 10 ⁴
10	71,8	42,3*	10,9	428	3,5 x 10 ⁴
15	63,9	42,2*	9,5	351*	4,0 x 10 ⁴
20	68,3	44,7*	9,4	418	1,8 x 10 ⁴
25	64,1	44,5*	11,5	359*	2,4 x 10 ⁴
30	61,7	46,9*	10,7	378*	1,4 x 10 ⁴

Médias de oito repetições. ^{ns}Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. *Médias que diferem do controle com nematoide pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. ⁺População de *Pochonia chlamydosporia* Pc-10 no solo infestado com *Meloidogyne javanica* aos 45 dias após o transplante das plântulas de tomateiro.

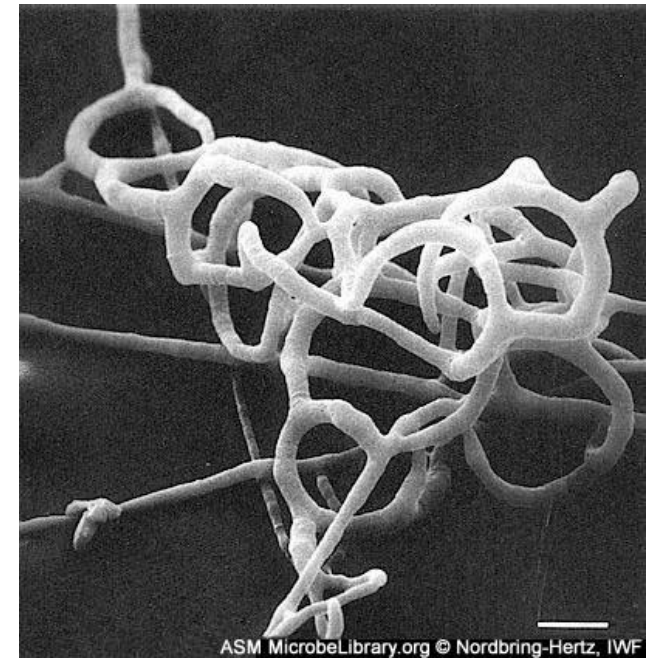
Arthrobotrys oligospora

Alvos Formas móveis de nematoides

Ação Rede adesiva

Parasita facultativo
Frequente no ambiente





Arthrobotrys oligospora é o mais conhecido do grande grupo dos fungos predadores

Rede adesiva é formada em solos pobres em N



TRATAMENTO	MASSA FRESCA DA	MASSA FRESCA DAS
	PARTE AÉREA	RAÍZES
	(g)	(g)
TESTEMUNHA	107 b	9 b
FUNGOS 4 L	458 a	18 a
FUNGOS 8 L	458 a	20 a
Teste F	54,69**	20,69**
CV (%)	10,96	11,07

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de

Tukey, a 5 % de probabilidade.

** Significativo a 1 % de probabilidade.

Arthrobotrys musiformes e *A. oligospora* no controle de *Meloidogyne incognita* em alface

Fungos 4L e 8L Doses da mistura de *Arthrobotrys musiformis* e *A. oligospora*



<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/ea/d/1571.pdf>

A/C Mistura de *Arthrobotrys musiformis* e *A. oligospora*

B/D Testemunha (sem fungos)

Trichoderma harzianum e *T. viridis*

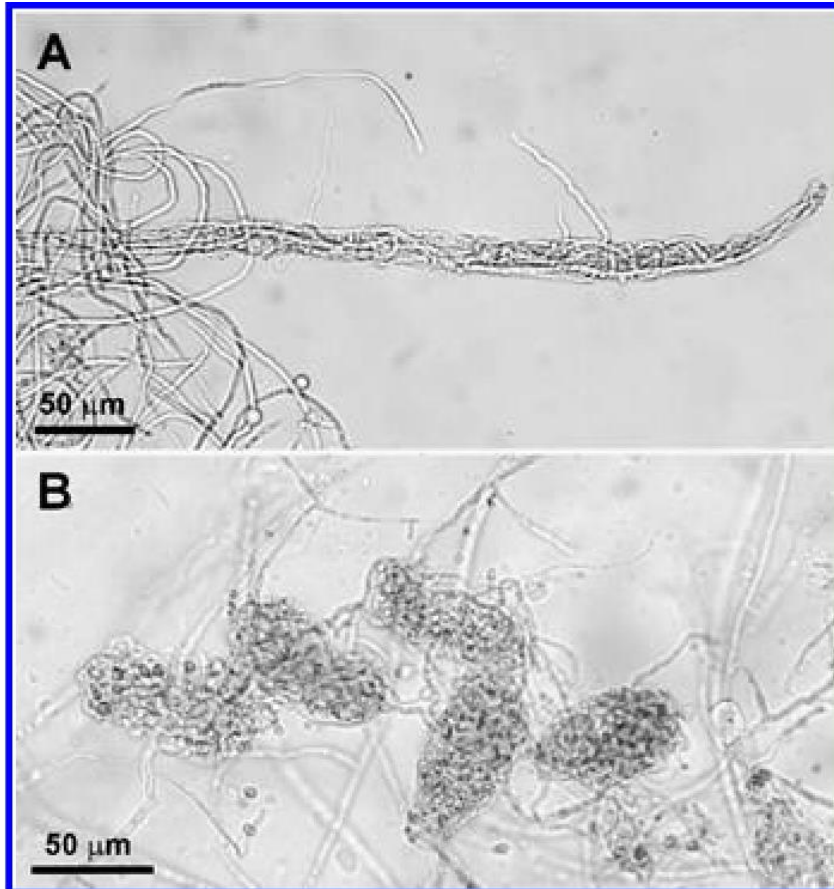


Fig. 3. Direct parasitism of *Trichoderma harzianum* (T-203) on *Meloidogyne*

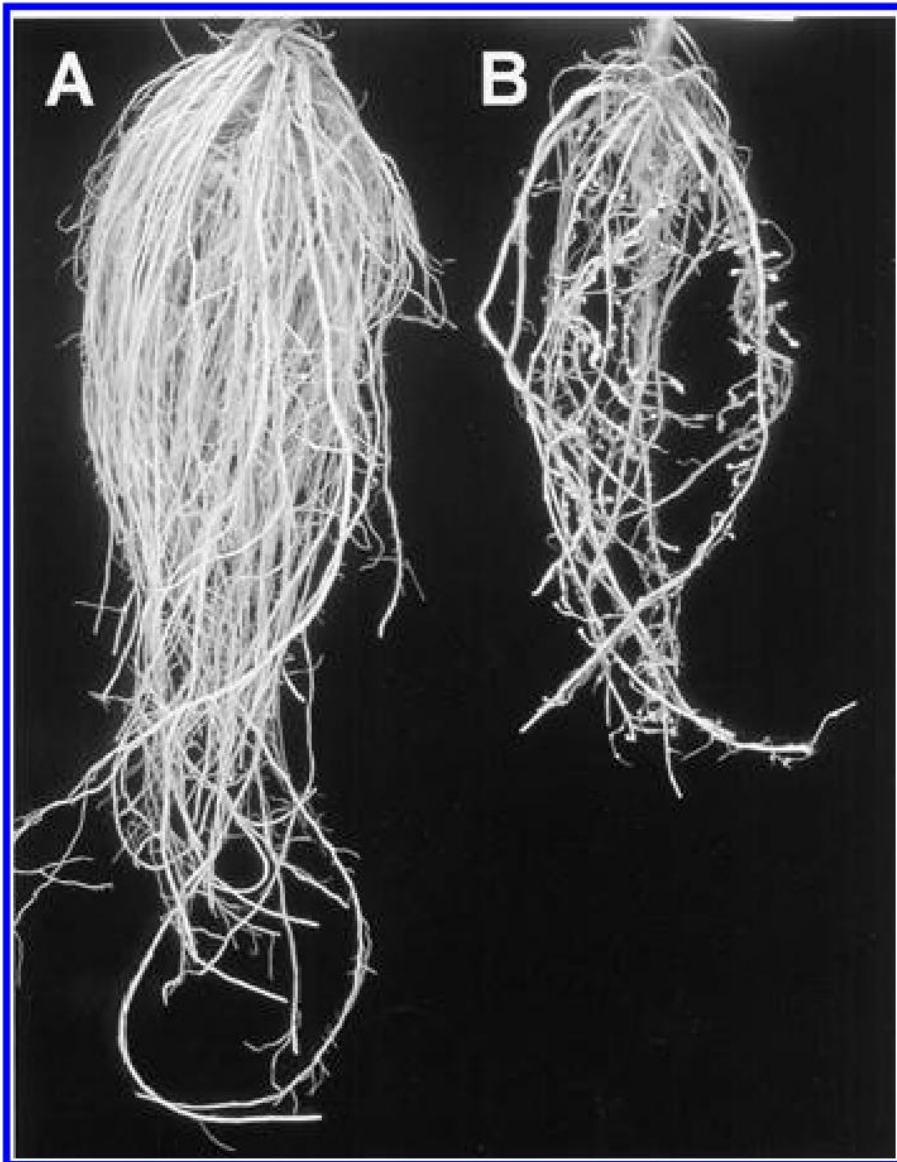
<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2001.91.7.687>

Alvos Formas móveis de nematoides, ovos e massas de ovos

Ação Liberação de proteases no solo

Parasita facultativo
Frequente no ambiente

Não registrado contra fitonematoides
Registrado contra fungos



Tomateiro x *Meloidogyne javanica* x *Trichoderma harzianum*

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2001.91.7.687>

Principais Bactérias

Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas

PGPR Plant Growth-Promoting Rhizobacterias



Genetics and Molecular Biology, 35, 4 (suppl), 1044-1051 (2012)
Copyright © 2012, Sociedade Brasileira de Genética. Printed in Brazil
www.sbg.org.br

Review Article

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents

Anelise Beneduzi, Adriana Ambrosini and Luciane M.P. Passaglia

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Departamento de Genética,
Porto Alegre, RS, Brazil.*

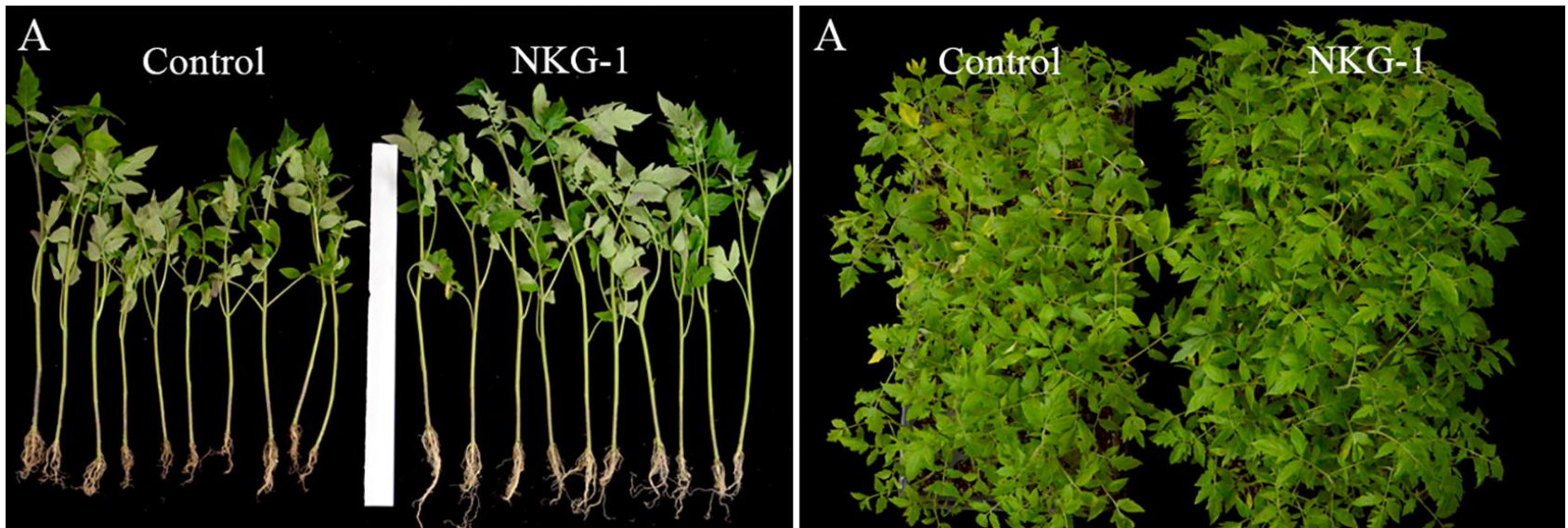
RESEARCH ARTICLE

Bacillus methylotrophicus Strain NKG-1, Isolated from Changbai Mountain, China, Has Potential Applications as a Biofertilizer or Biocontrol Agent

Beibei Ge¹, Binghua Liu¹, Thinn Thinn Nwet², Wenjun Zhao¹, Liming Shi¹,
Kecheng Zhang^{1*}

¹ State Key Laboratory of Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, PR China, ² Department of Biotechnology, Kyaukse Technological University, Kyaukse, Mandalay, Myanmar

* zhangkecheng@sina.com



Bacillus firmus



The mode of action of Votivo™:
Building a natural protective wall

Root

Nematodes/
Threadworms

Protective
bacterial film

Corn plant

Bacteria — absorb plant sugar and releases enzymes that attack the nematode eggs. Bacterial phytohormones also stimulate plant growth.

- > Bacteria (*Bacillus firmus*) form a thin film around a young root before voracious threadworms can discover the new source of nutrients.
- > As a result, the nematodes have no chance to suck up sugar or amino acids. The bio-protector also forms enzymes and produces phytohormones.

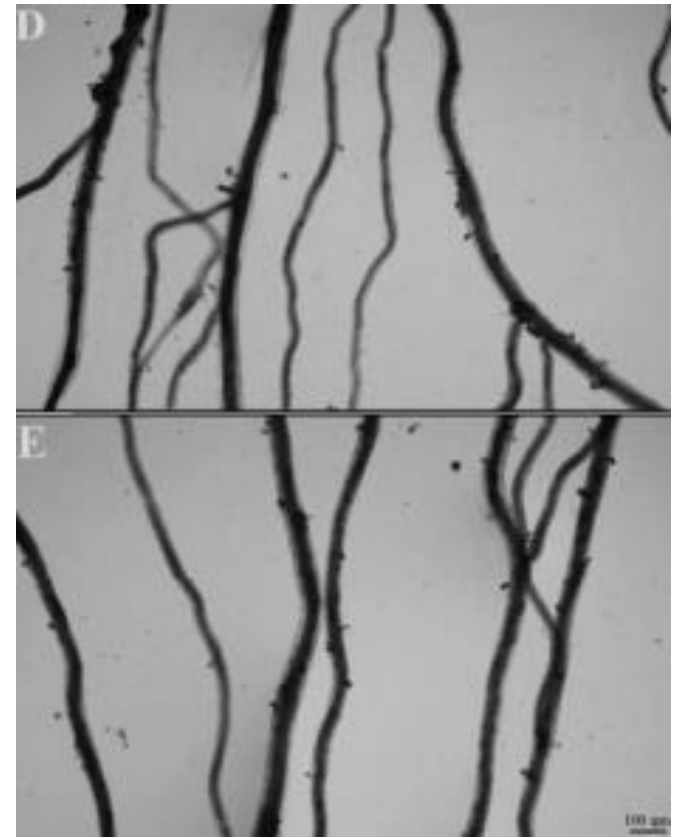
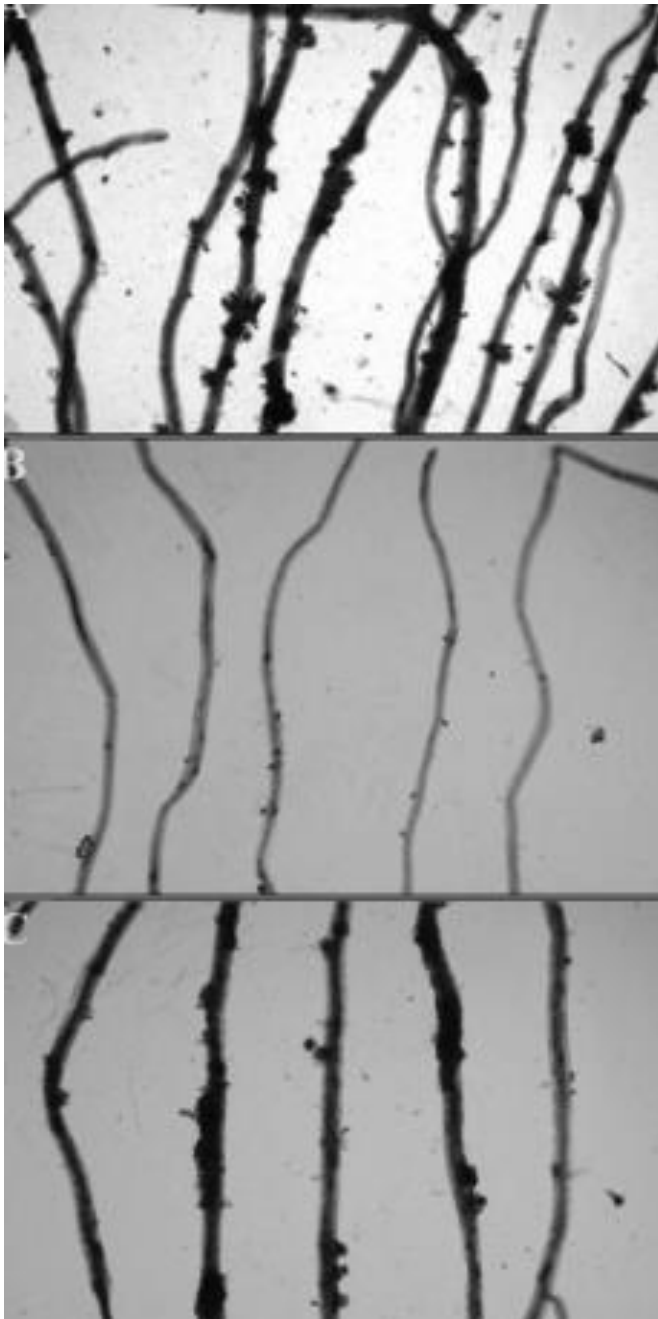


Fig. 2. *Rotylenchulus reniformis* females feeding from the cotton roots treated with *Bacillus firmus* strain GB-126 at 30 days after planting. **A,** Untreated control; **B,** Aldicarb (5.6 kg/ha); **C,** *Bacillus firmus* (1×10^6 CFU/seed); **D,** *B. firmus* (7×10^6 CFU/seed); and **E,** *B. firmus* (1.4×10^7 CFU/seed).

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-10-12-0978-RE>

Pasteuria spp.

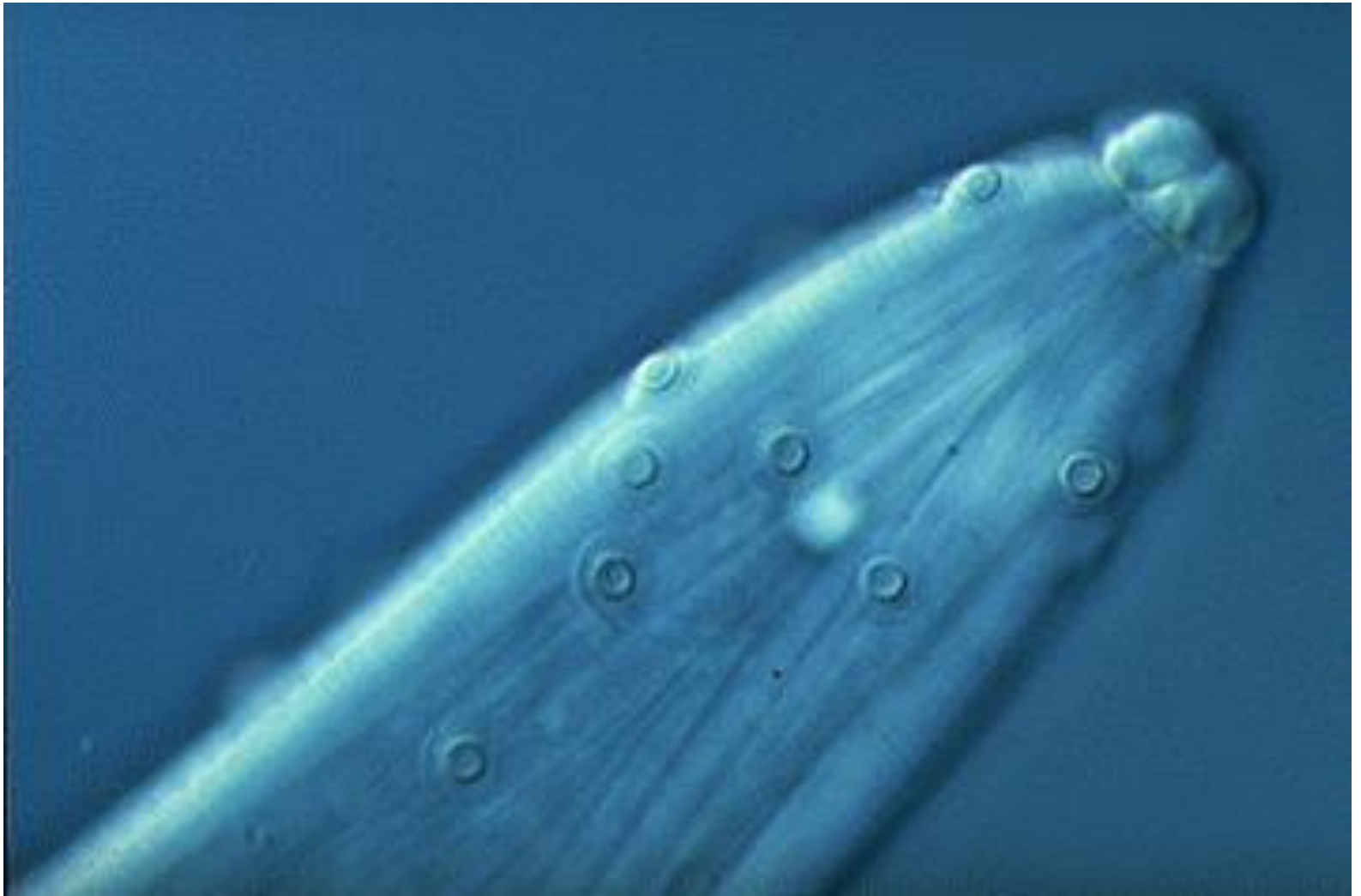
Alvos 323 spp. fitonematoides
Elevada especificidade

Pasteuria penetrans
Nematoides das galhas

P. nishizawae
Nematoides de cisto

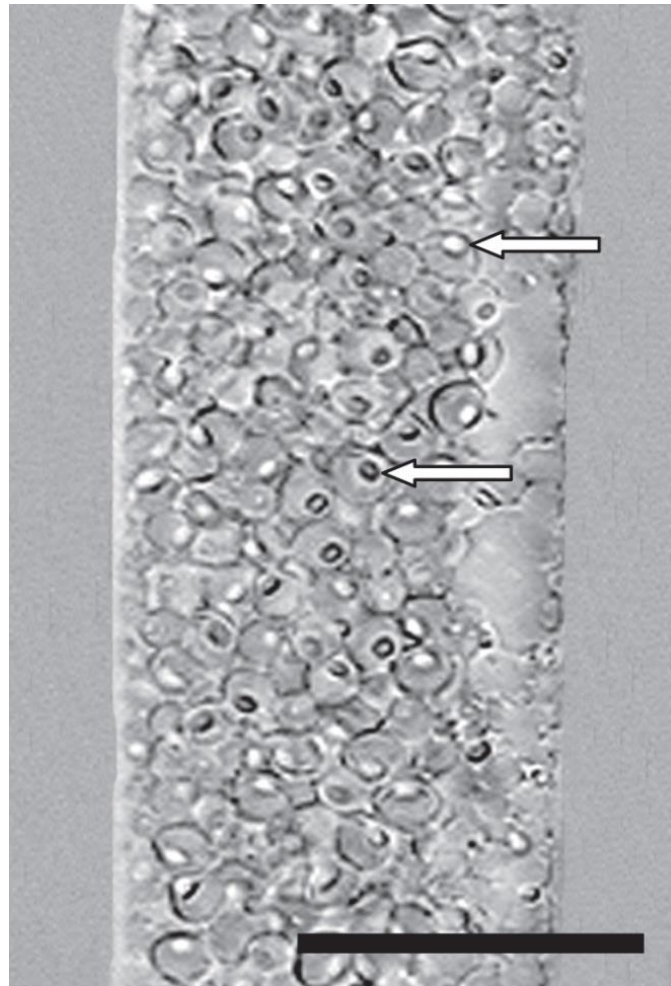
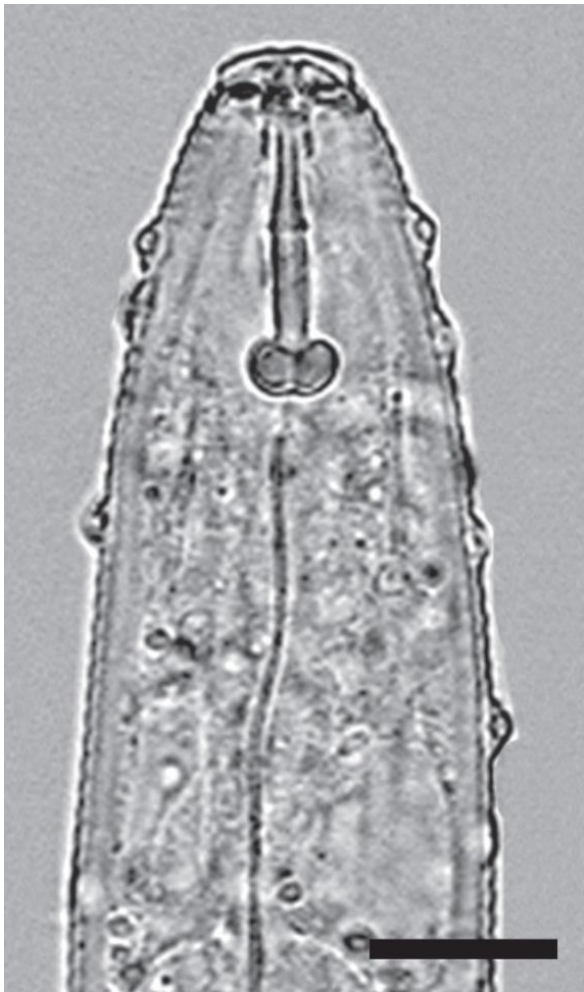
P. thornei
Nematoides das lesões





Esporos imóveis que aderem
ao corpo dos nematoides

Dependem do caminhamento
dos nematoides



Pasteuria thornei em *Pratylenchus zaei*

Espero = estrutura de resistência
Um espora é suficiente para matar o nematoide



S/Pz

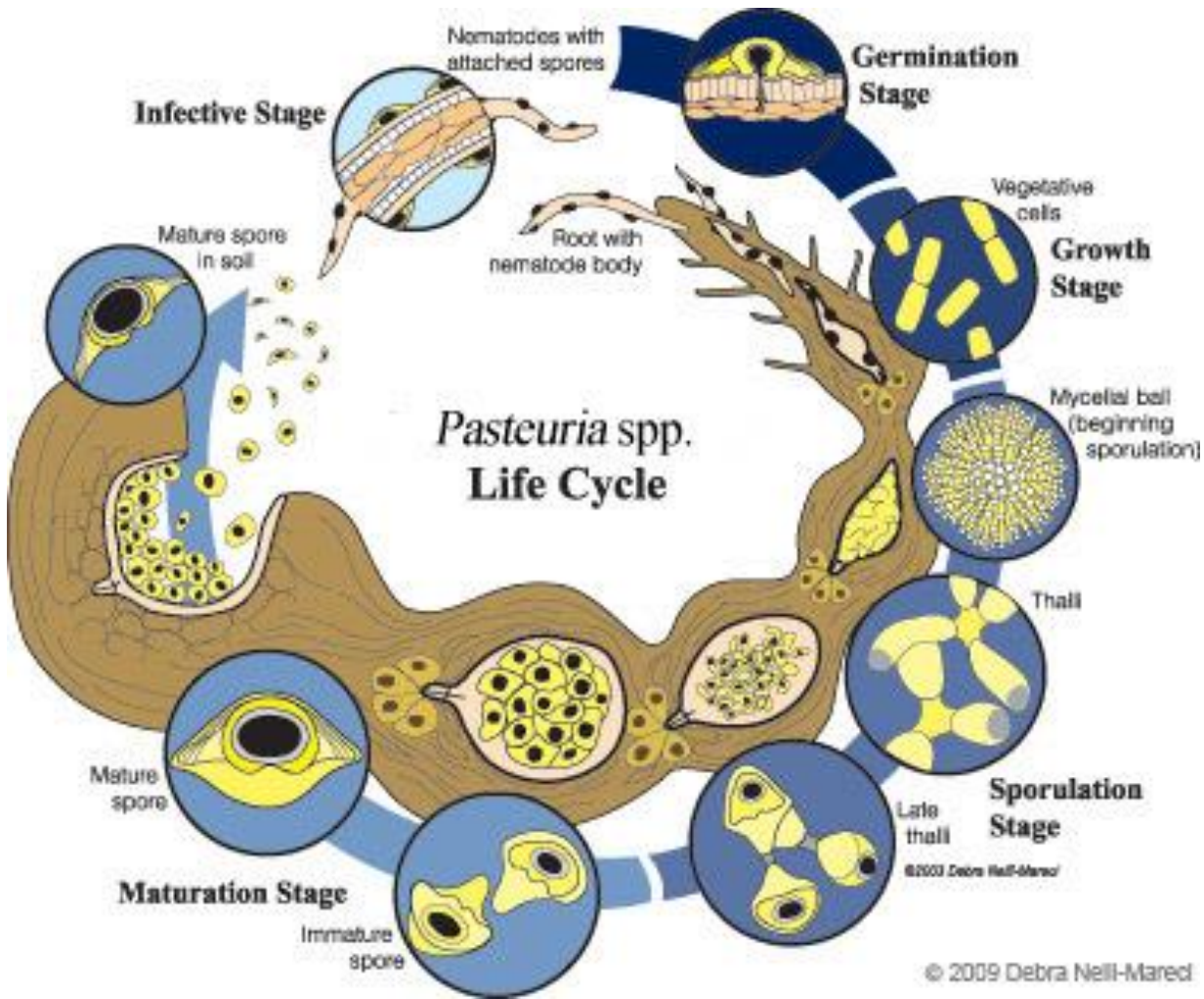
Pz

Pz/TSS

Pz/TSB



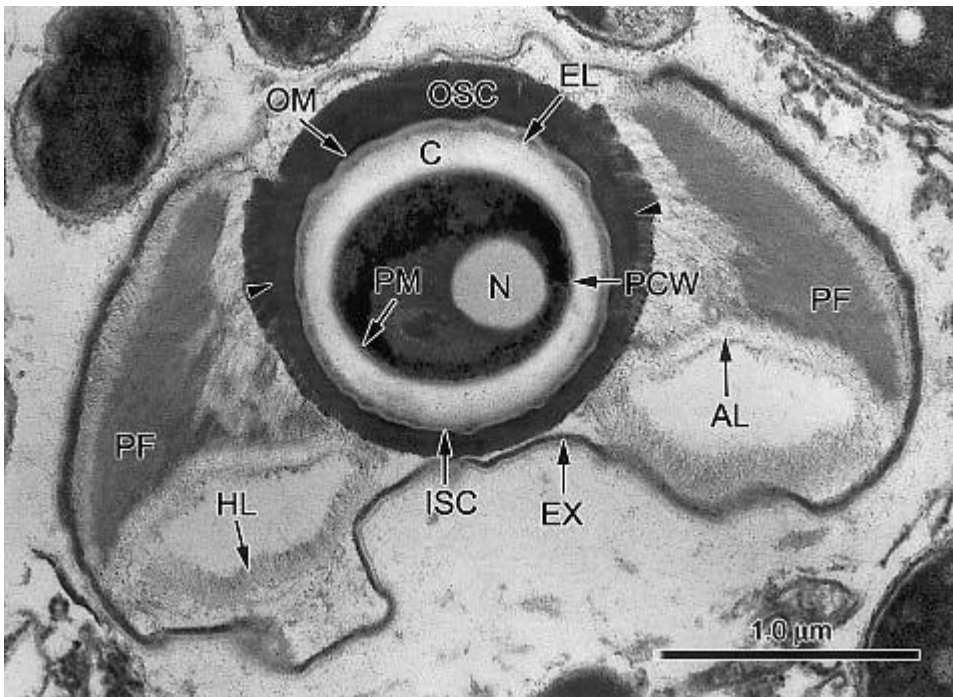
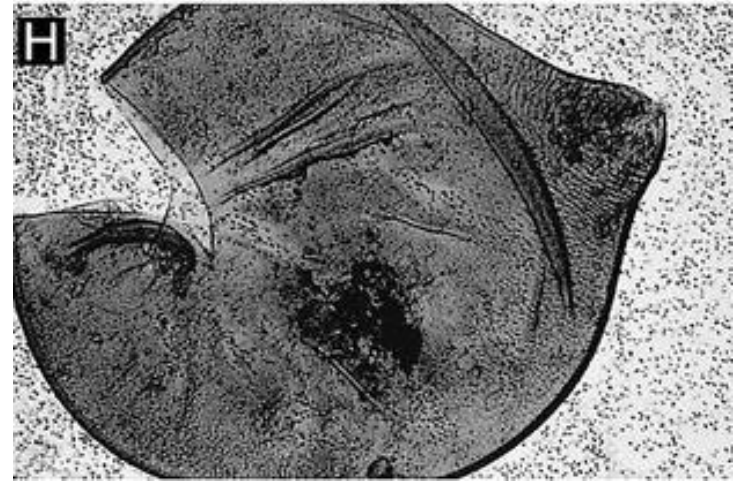
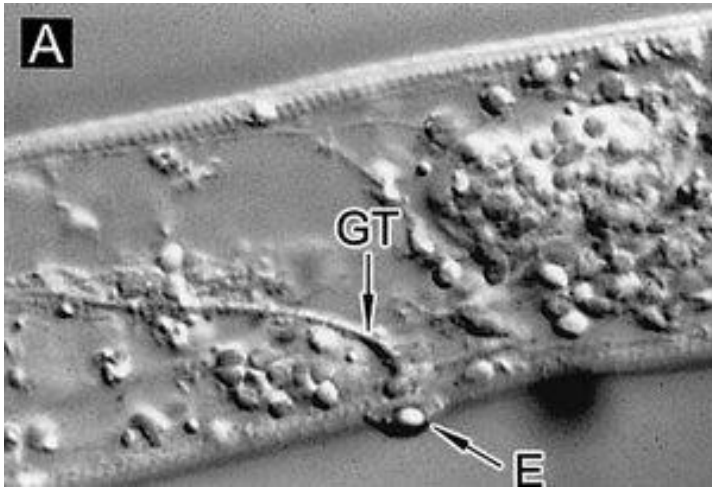
Controle de *P. zeae* com TS / Confort (2017)



Ciclo de *Pasteuria penetrans*

Parasita obrigatório →
Produção *in vivo* (tradicional)

Porém já existe
produção *in vitro*



BOM FINAL DE SEMANA