

LFN-0512 Nematologia

Aula 6

Rotylenchulus e *Heterodera*. Cultivares Resistentes. Soja e Cará



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Departamento de Fitopatologia e Nematologia
Piracicaba 15 Setembro 2017



Sem.	Dia	Assunto
1	4ago	Informações. <i>Meloidogyne</i> . Mudas sadias. Batata-doce
2	11ago	<i>Meloidogyne</i> –Fungos Solo Nematicidas biológicos (Ballagro)
3	18ago	<i>Pratylenchus</i> , <i>Radopholus</i> e <i>Nacobbus</i> . Nematicidas sintéticos. Cana-de-açúcar
4	25ago	Tratamento de sementes. Milho e sorgo (Pedro Confort)
5	1set	Prova 1 (aulas 1, 2 e 3). Feijoeiro-comum (Luciane Santini)
6	15set	<i>Rotylenchulus</i> e <i>Heterodera</i> . Cultivares resistentes. Soja. Cará
7	22set	<i>Helicotylenchus</i> . Bananeira (Luiz Carlos Ferraz)
8	29set	<i>Tylenchulus</i> . Cítricos (Luiz Carlos Ferraz)
9	6out	Prova 2 (aulas 4, 5, 6 e 7). Arroz
10	20out	<i>Anguina</i> e <i>Ditylenchus</i> . Eliminação de restos culturais e tratamento de material de plantio. Alho, cebola e batata
11	27out	Tomateiro e pimentão (Gioria)
12	10nov	Prova 3 (aulas 8, 9, 10 e 11). <i>Aphelenchoides</i> e <i>Bursaphelenchus</i> . Quarentena (Marcelo Oliveira)
13	17nov	Pousio, alqueive, rotação e sucessão. Algodoeiro e amendoim
14	24nov	<i>Xiphinema</i> e <i>Paratrichodorus</i> . Viroses. Solarização e vapor. Ornamentais (Marcelo Oliveira)
15	1dez	Prova 4 (aulas 12, 13 e 14)
16	15dez	Repositiva

Roteiro

- 1 Família Hoplolaimidae e nematoides espiralados
- 2 *Rotylenchulus reniformis*
- 3 *Heterodera* e outros nematoides de cisto
- 4 Cultivares resistentes
- 5 Nematoides da soja
- 6 Nematoides do cará





Família Hoplolaimidae

Nematoides Espiralados

Família Hoplolaimidae

Maioria das espécies é migradora = Nematoides espiralados
Formato do corpo em "C" ou espiral

Principais gêneros de nematoides espiralados
Helicotylenchus, *Rotylenchus*, *Scutellonema* e
Hoplolaimus

Porém, gêneros mais importantes da família são sedentários
Rotylenchulus, *Heterodera* e *Globodera*



Rotylenchus, *Rotylenchulus* e *Heterodera*



<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/G117s2feed.jpg>



http://www.cotton.org/tech/pest/nematode/images/Slide2_1.jpg

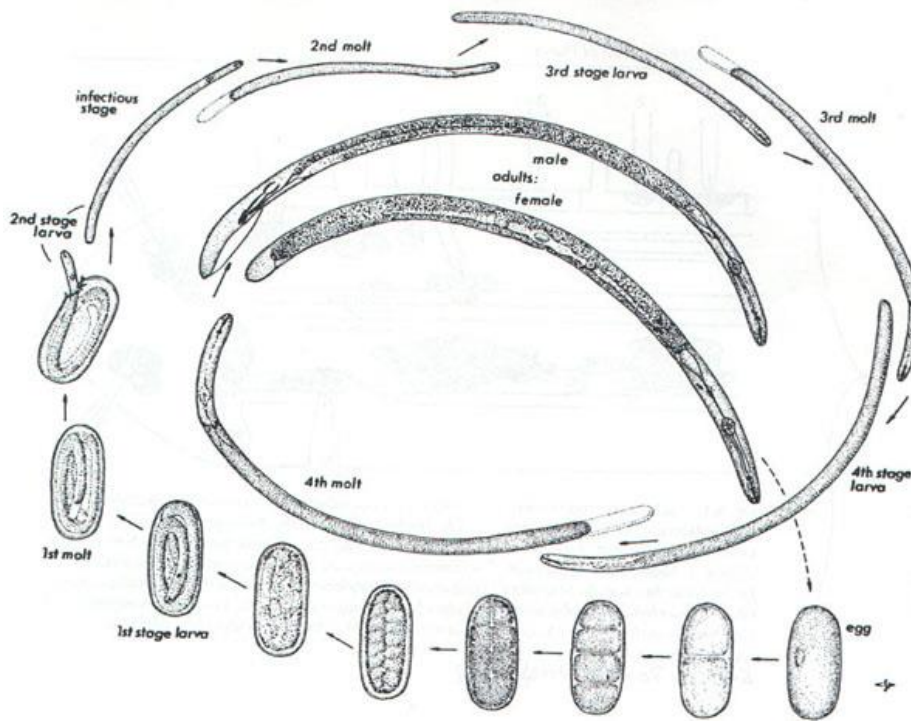
Rotylenchus Migrador
Rotylenchulus Sedentário
Heterodera Sedentário



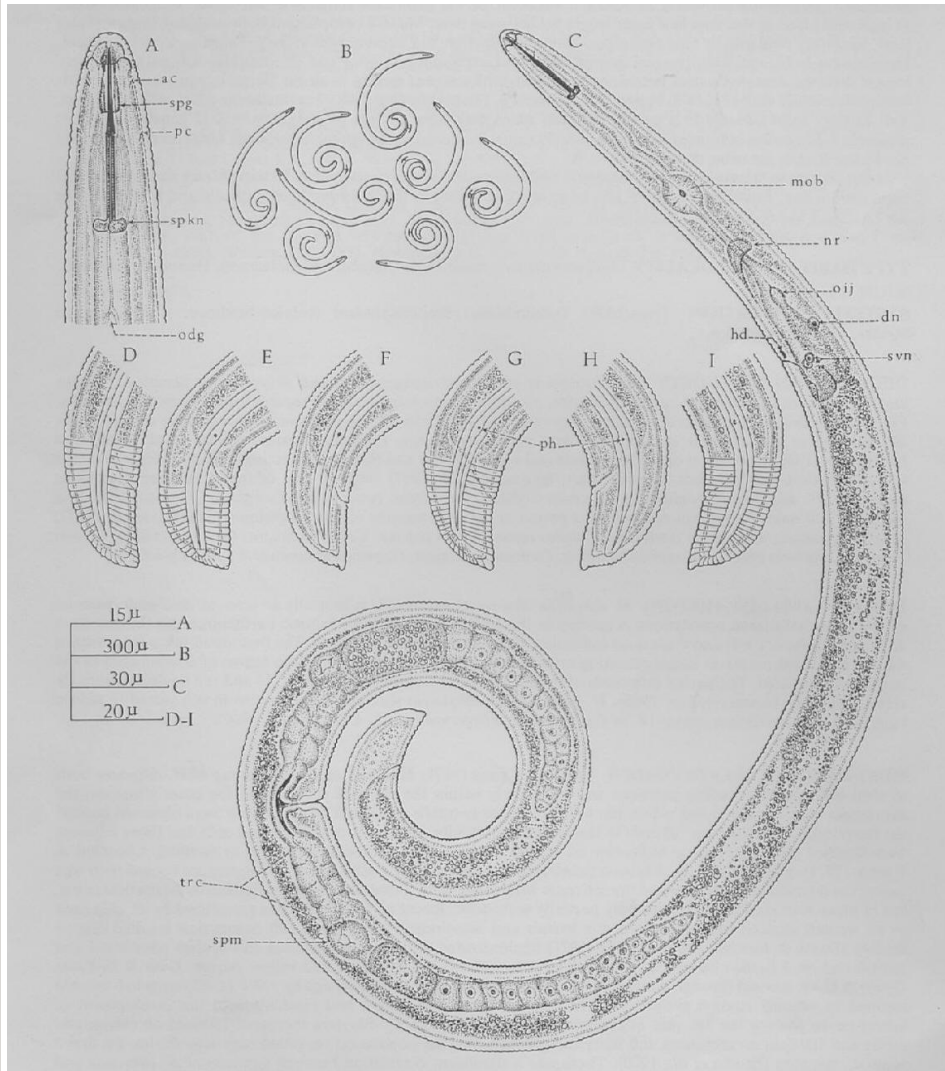
Foto Rodrigues Gonçalves Trevisan (2015)

Ciclo Nematóide Espiralado

Todas as fases (J2, J3, J4 e adultos) são móveis e se alimentam

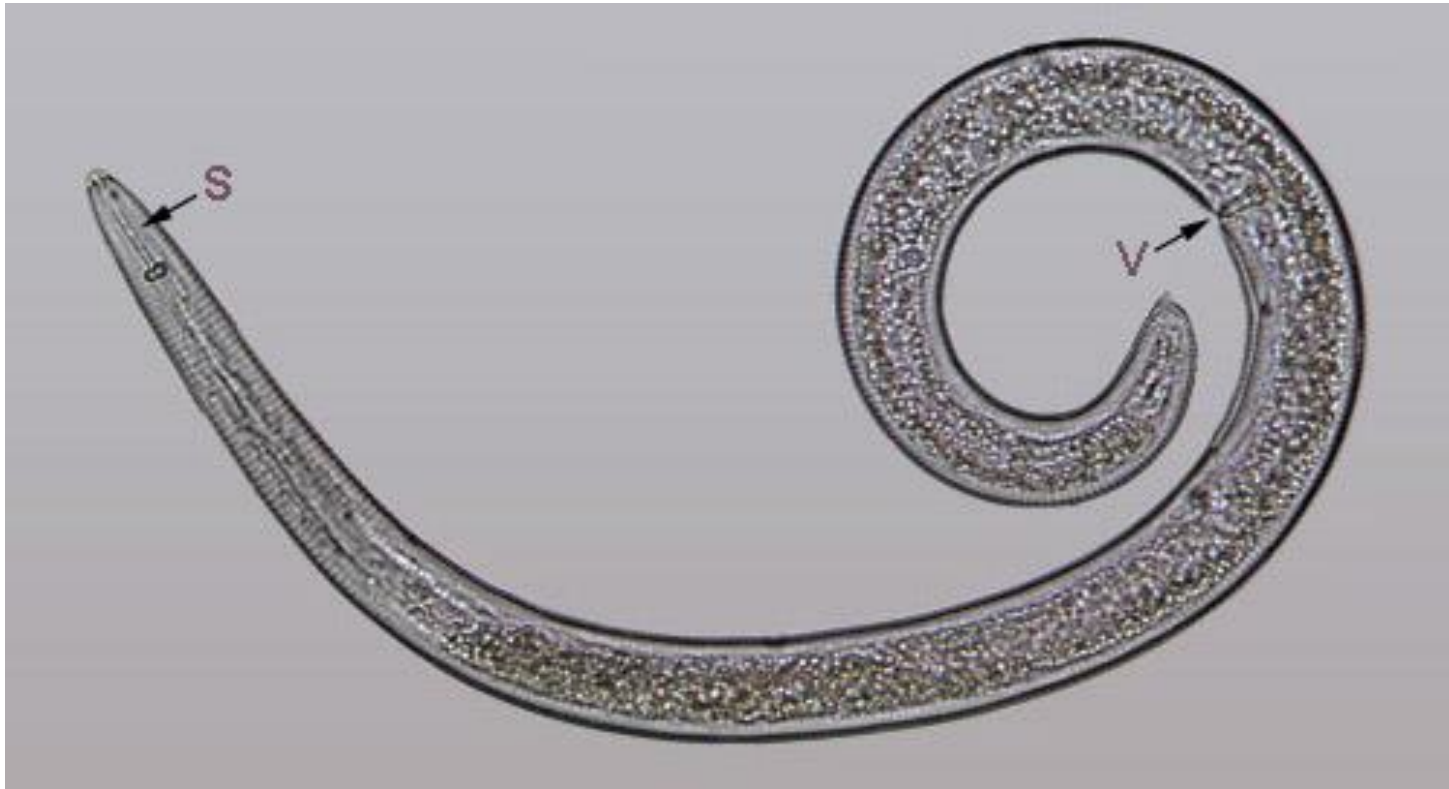


Helicotylenchus dihystra



Hábito típico de nematoide espiralado

Helicotylenchus psedorobustus



http://entnemdept.ufl.edu/Creatures/NEMATODE/spiral_nematode5.jpg

Hábito típico de nematoide espiralado

Rotylenchus sp.

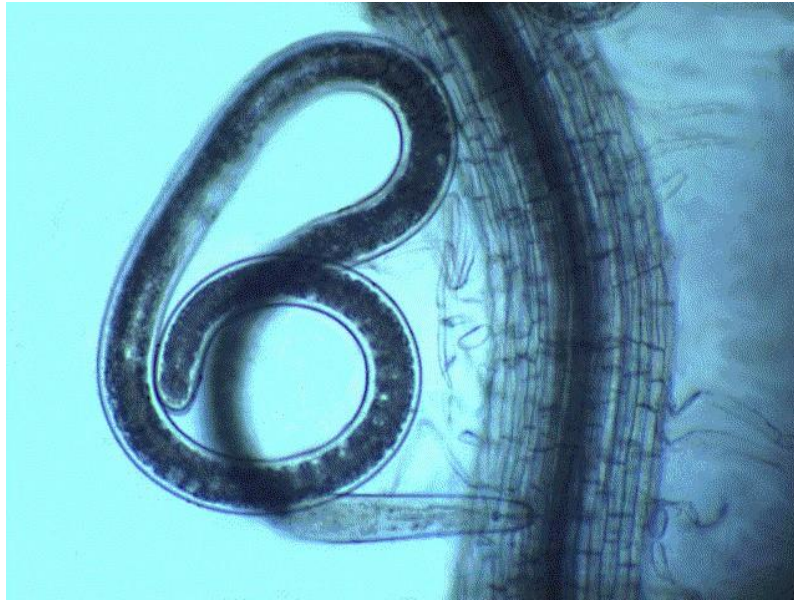


Hábito típico de
nematode
espiralado

https://www.cdfa.ca.gov/plant/ppd/nematology/images/Rotylenchus_sp.jpg



Rotylenchus vs. *Helicotylenchus*



<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/G117s2feed.jpg>

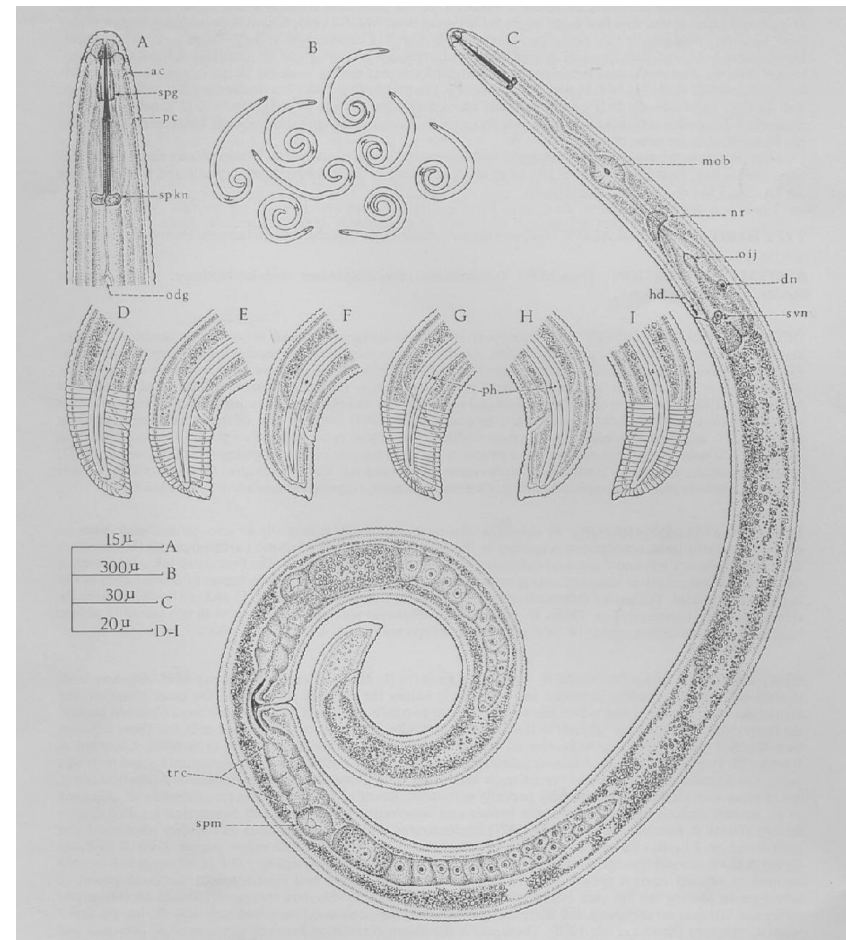
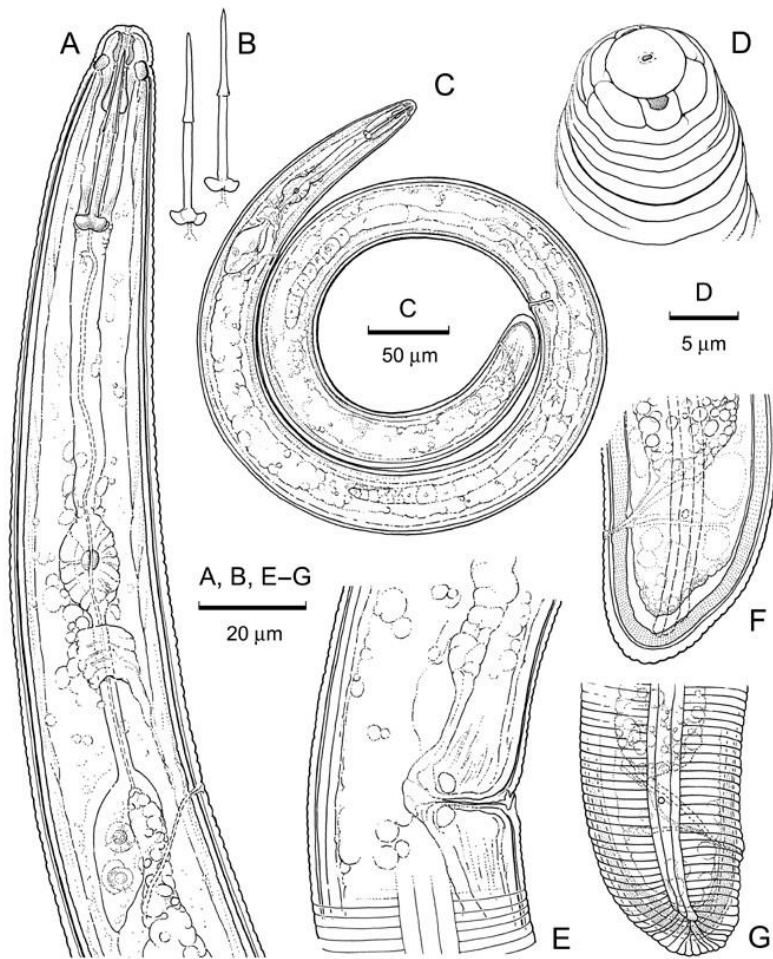
Dois gêneros de nematoides espiralados muito semelhantes



http://www.agrolink.com.br/agromidias/problemas/g/Helicotylenchus_multicinctus104.jpg



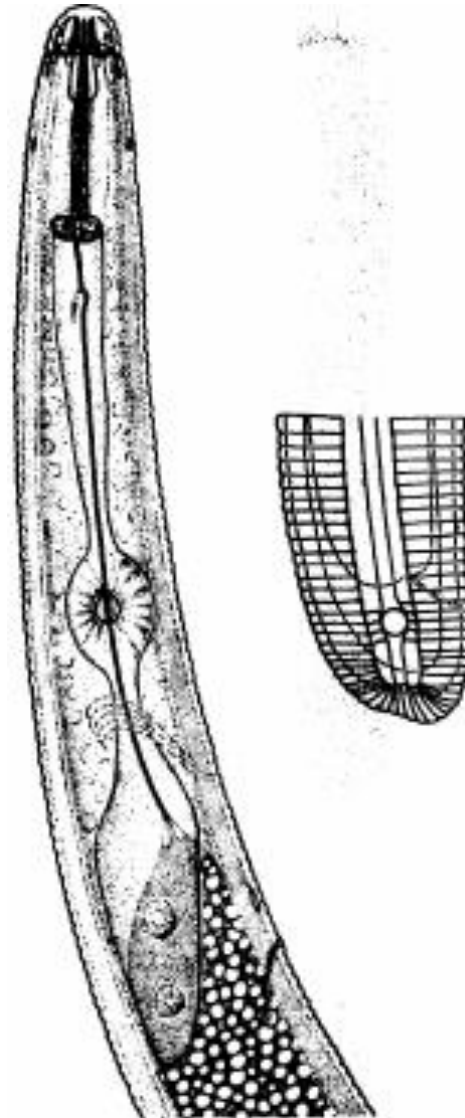
Rotylenchus vs. *Helicotylenchus*



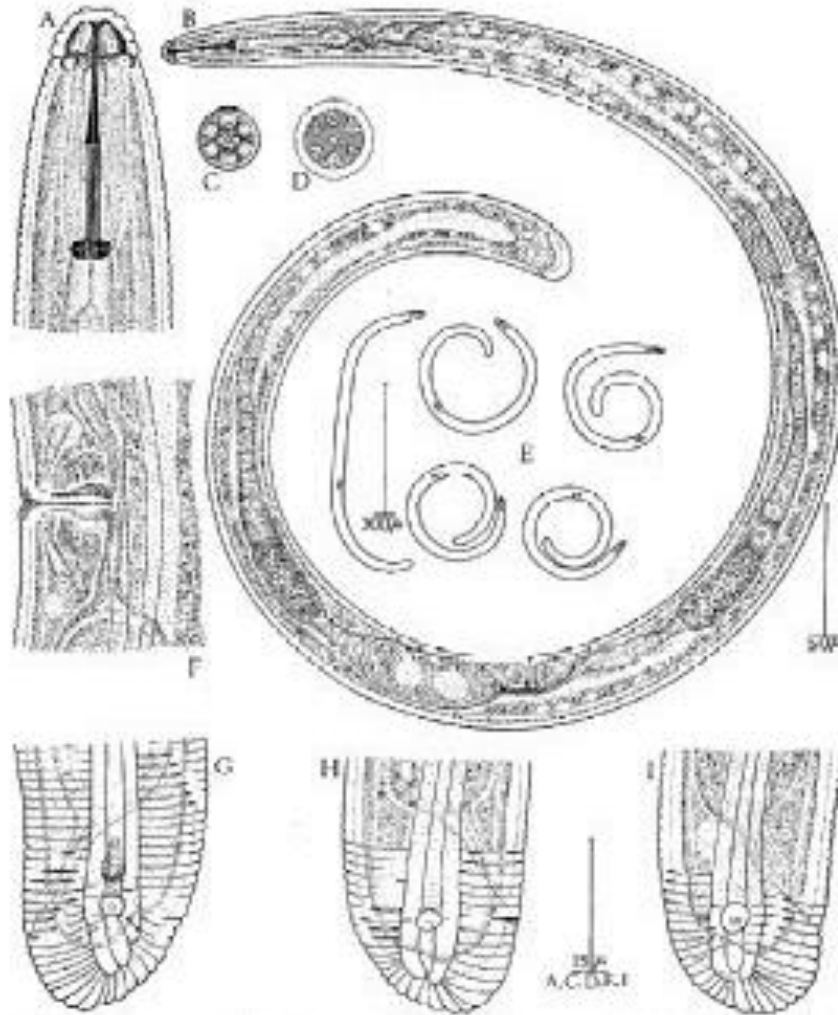
https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Castillo2/publication/39566695/figure/fig3/AS:267650379022349@1440824231392/Figure-1-A-G-Line-drawings-of-Rotylenchus-montanus-sp-n-A-Pharyngeal-region-B.png

<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/G057s1.JPG>

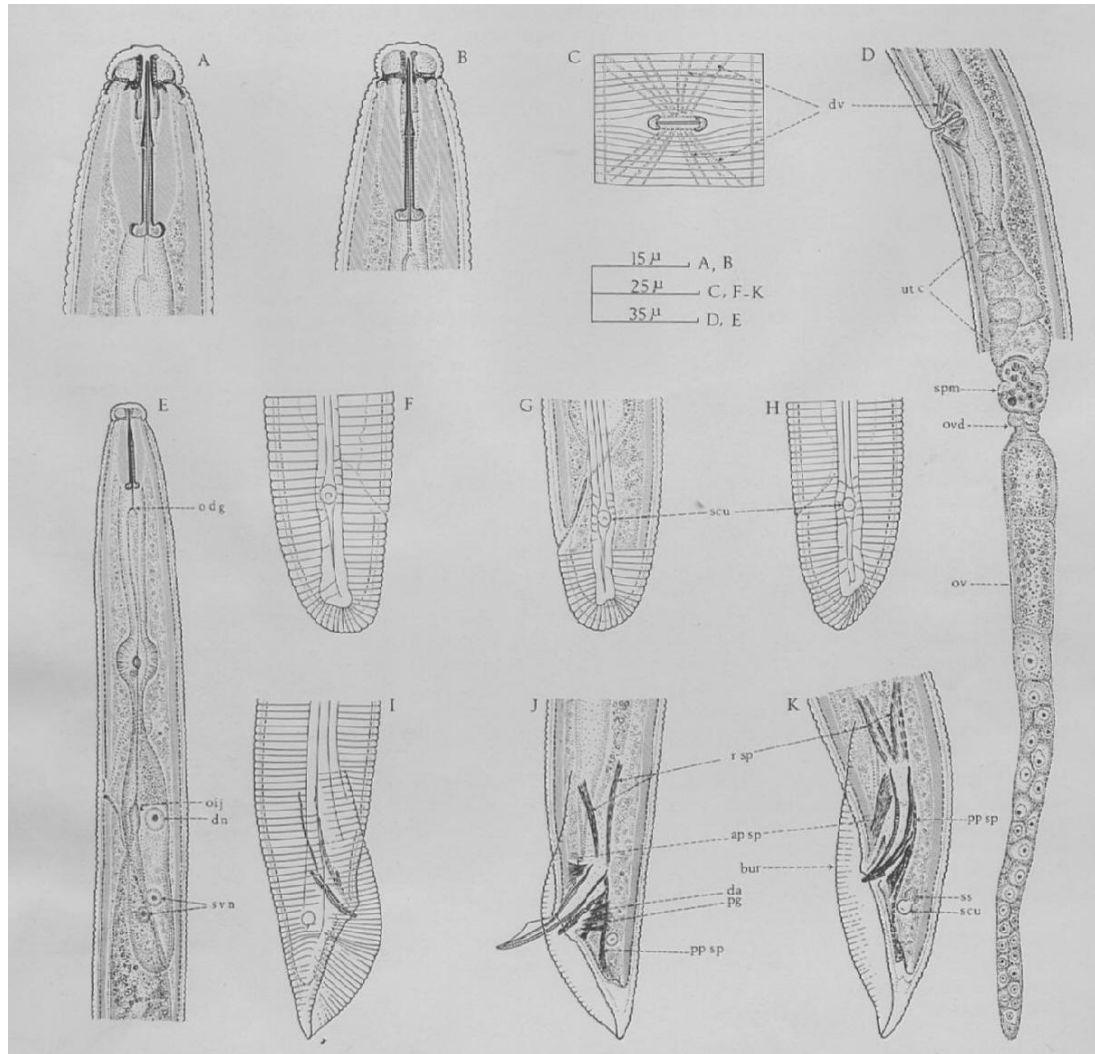
Scutellonema brachyurus



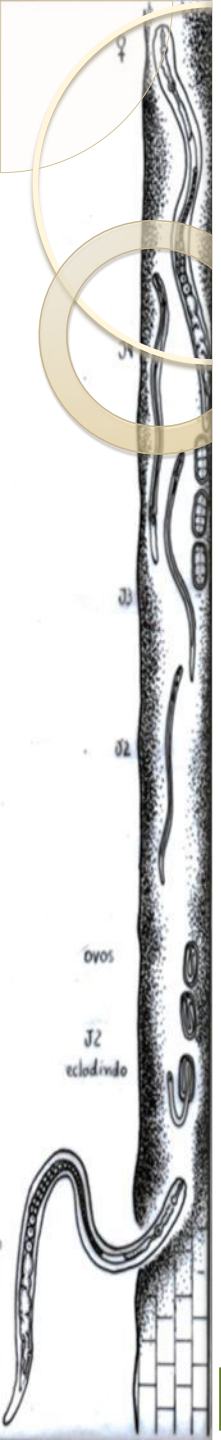
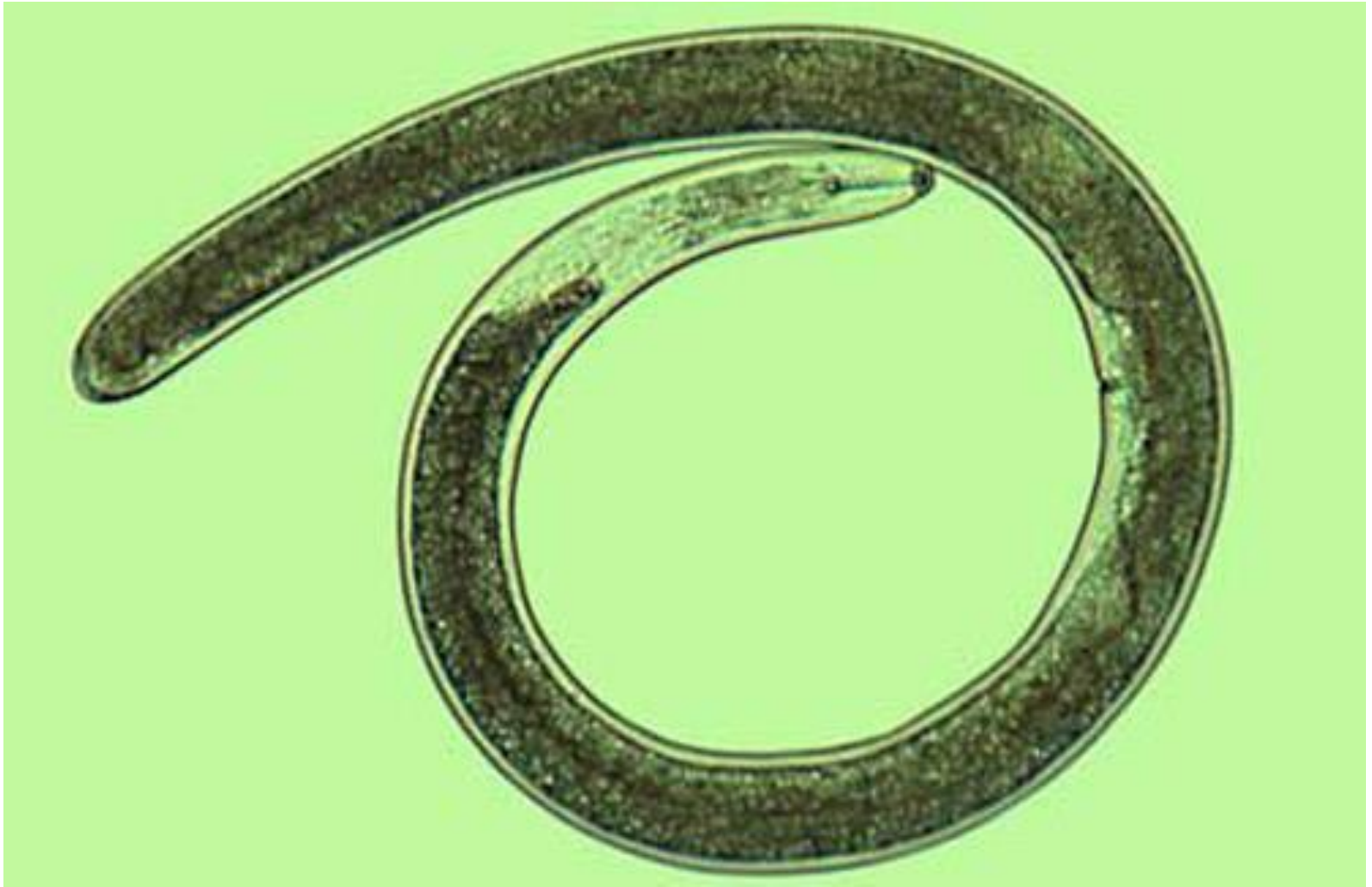
S. brachyurus



Scutellonema bradys



Hoplolaimus galeatus

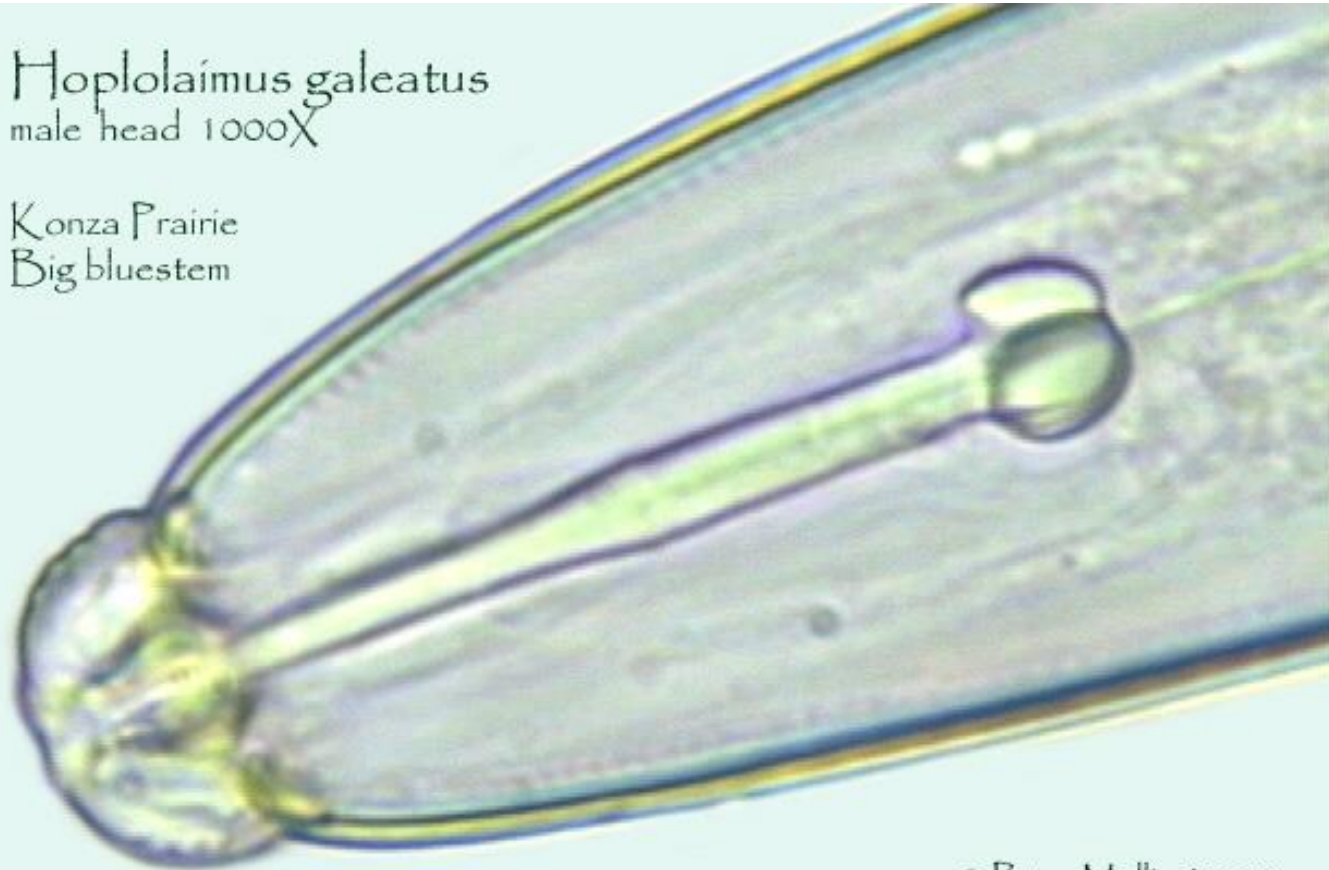


Hoplolaimus galeatus

Estilete

Hoplolaimus galeatus
male head 1000X

Konza Prairie
Big bluestem



© Peter Mullin/2000

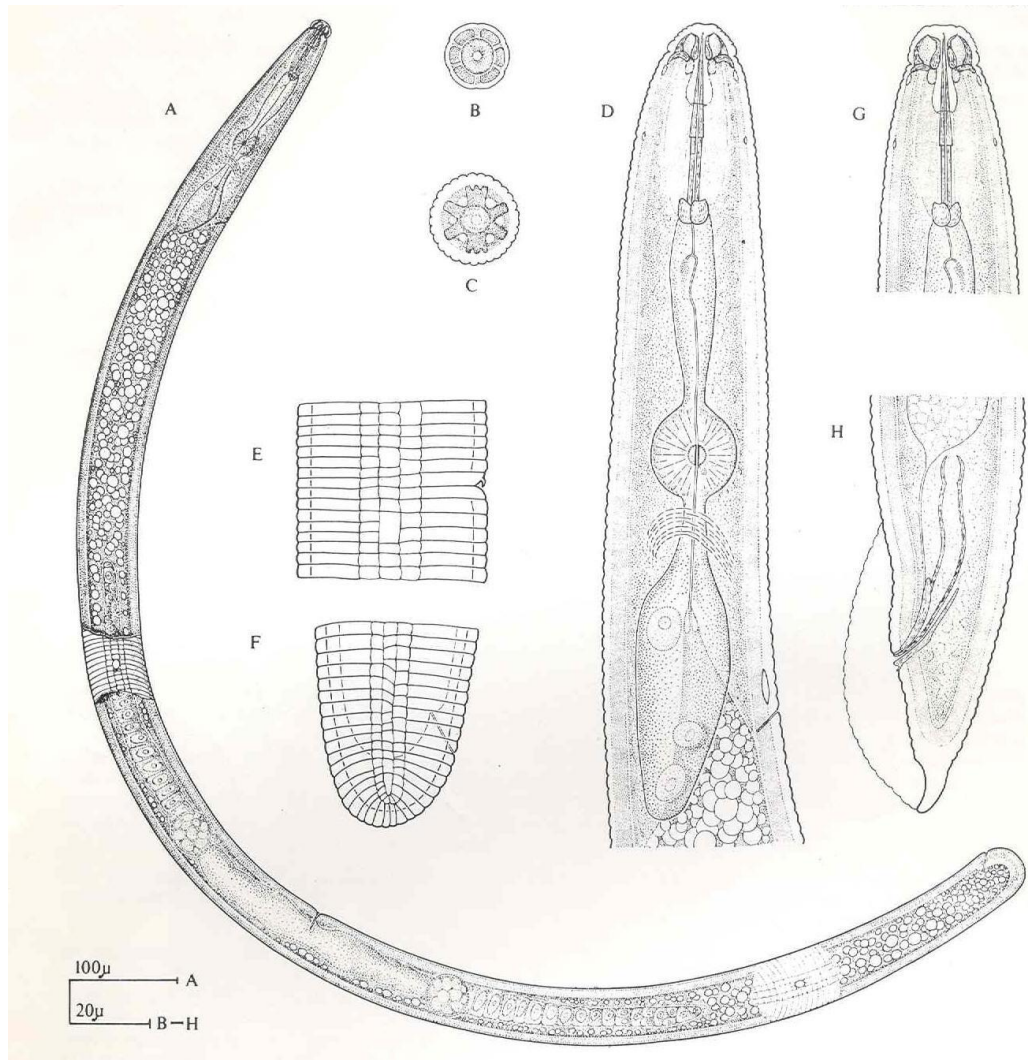
96W 35' 39N 05'

10 μ m



Hoplolaimus galeatus

Fasmídios e Glândulas Esofagianas





Perguntas?



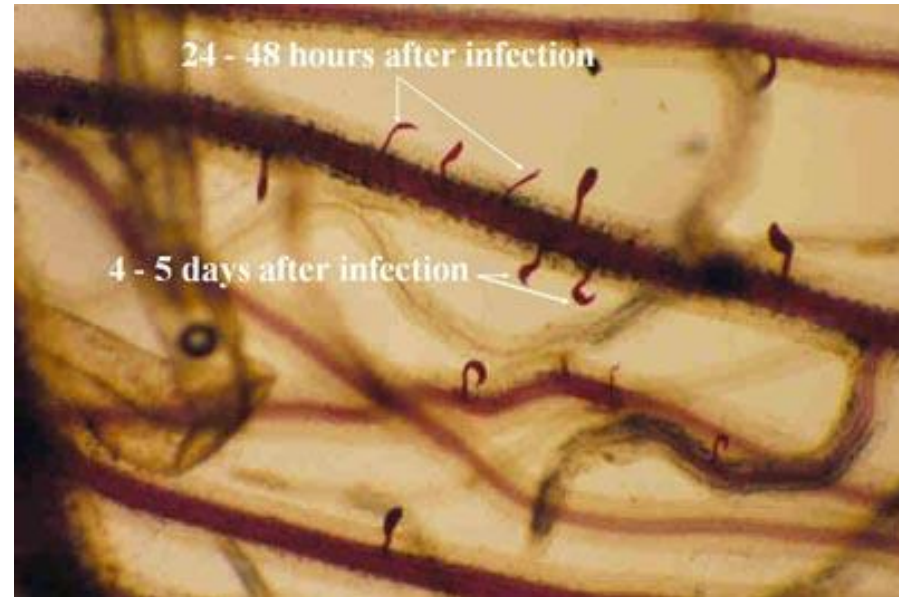
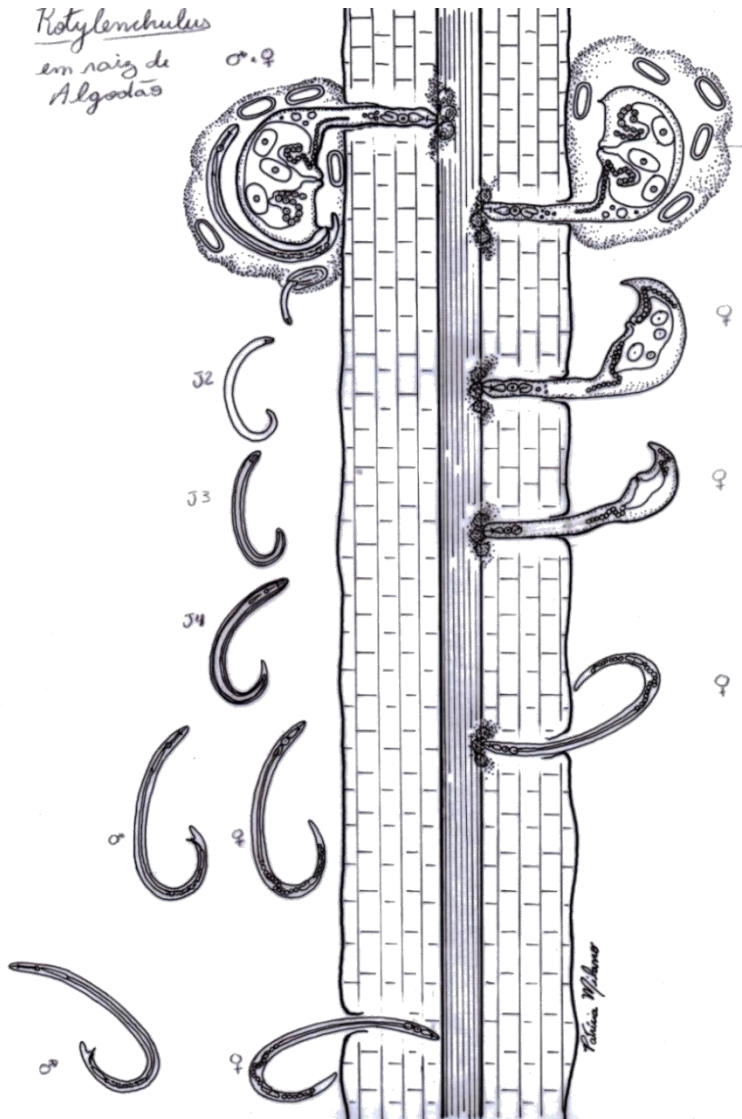
Rotylenchulus reniformis

Rotylenchulus reniformis

Aspectos Biológicos



Rotylenchulus
em raiz de
Algodão



http://www.cotton.org/tech/pest/nematode/images/Slide2_1.jpg

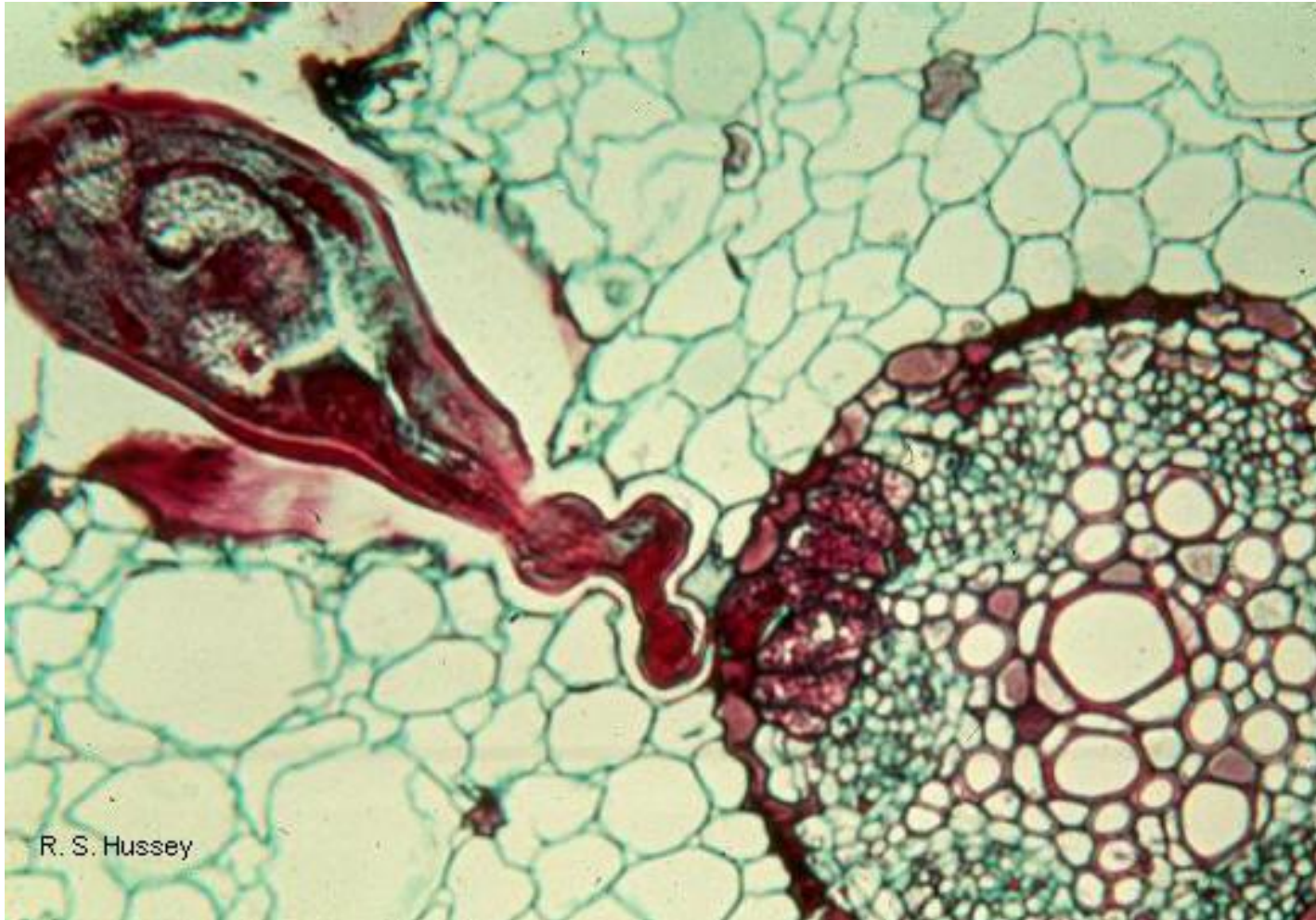
60-200 ovos/♀

Ciclo 17-29 dias

Sobrevivência
2 anos

28-32 °C

R. reniformis
Sincício



http://hydrology1.nmsu.edu/teaching/soil698/student_reports/light-microscope/light_microscope/images/Picture28.png



R. reniformis

Principais Plantas Hospedeiras

Hospedeiras	Comentários
Algodoeiro	Distribuição mundial Perdas elevadas
Soja	Distribuição mundial Perdas elevadas
Maracujazeiro-azedo (<i>Passiflora edulis</i>)	Distribuição mundial Perdas moderadas
Caupi Batata-doce	Perdas elevadas no sul dos Estados Unidos
Coentro Meloeiro	NE Brasil Perdas elevadas?
Cafeeiro, Mamoneira Bananeira, Mamoeiro	Distribuição mundial Perdas?
Abacaxizeiro	Perdas elevadas no Havaí



R. reniformis
Algodoeiro



Fotos Larissa Costa de Souza (2017)

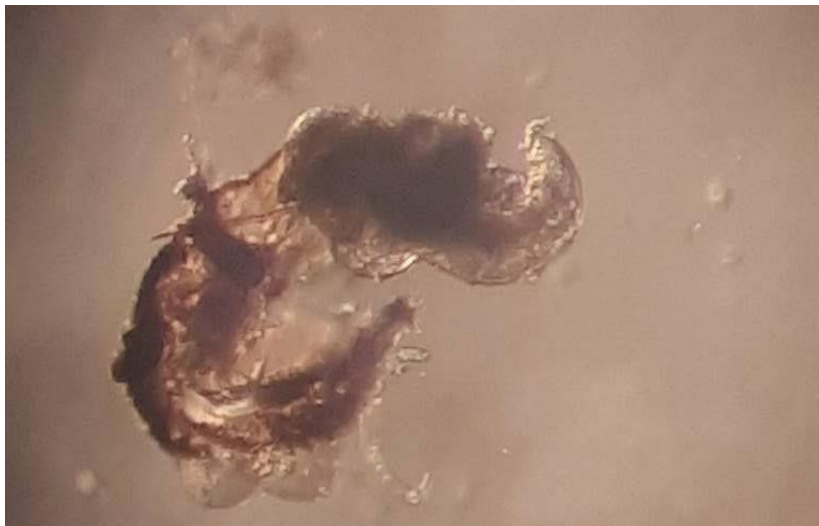
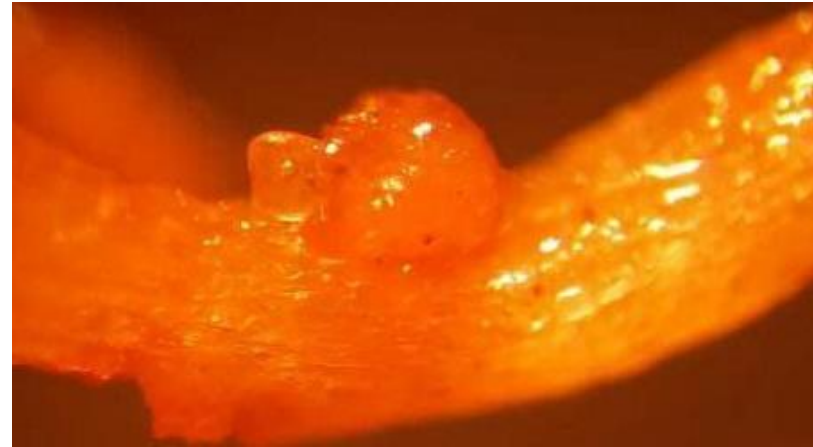
R. reniformis
Algodoeiro

Reboleiras
Perdas



R. reniformis

Mamona



R. reniformis Batata-doce



<http://keys.lucidcentral.org/keys/sweetpotato/key/Sweetpotato%20Diagnoses/Media/Html/TheProblems/Nematodes/ReniformNematode/Reniformis%20CdeCruz.jpg>



http://keys.lucidcentral.org/keys/sweetpotato/key/Sweetpotato%20Diagnoses/Media/Html/TheProblems/Nematodes/ReniformNematode/Reniform_root_crack.jpg

R. reniformis
Bananeira / Abacaxizeiro



<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/ROTYL2.jpg>



<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/G116S23.GIF>



Concluindo

Rotylenchulus ≠ *Rotylenchus*

Sedentário vs. Migrador

Rotylenchulus reniformis → única espécie do gênero no Brasil

Algodoeiro → Principal cultura

R. reniformis → polifagia

Poáceas não são hospedeiras





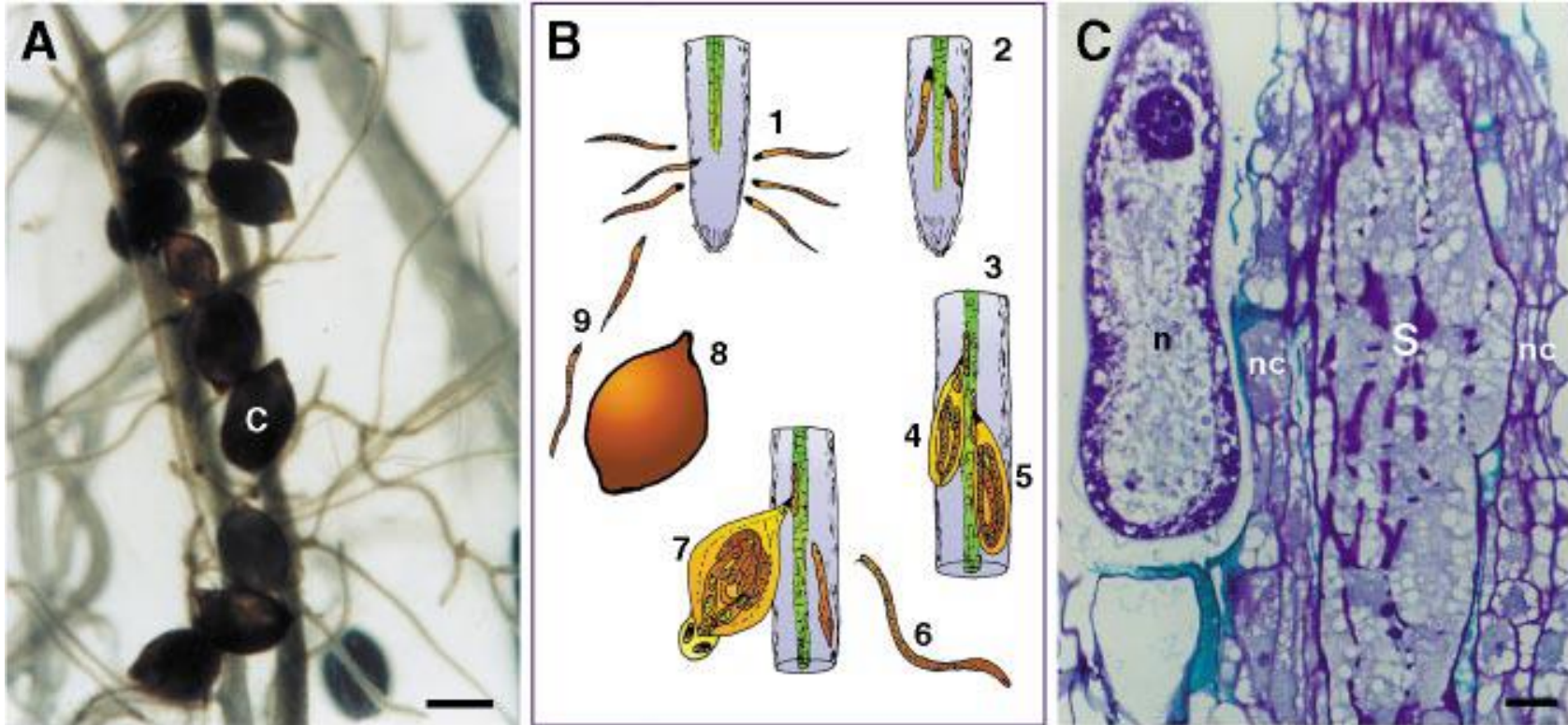
Perguntas?



Heterodera e Outros Nematoides de Cisto

Heterodera

Aspectos Biológicos



c Cisto / n Nematóide / * Célula nutridora (=gigante) / nc Célula normal

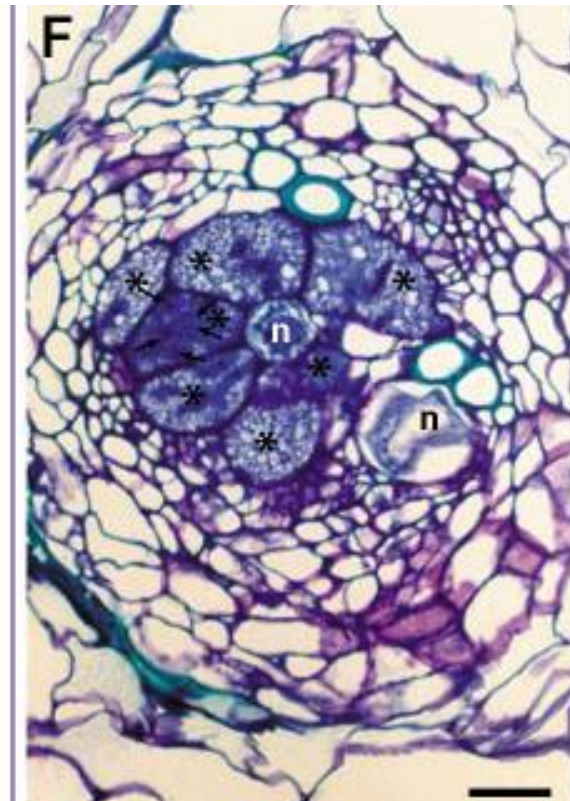
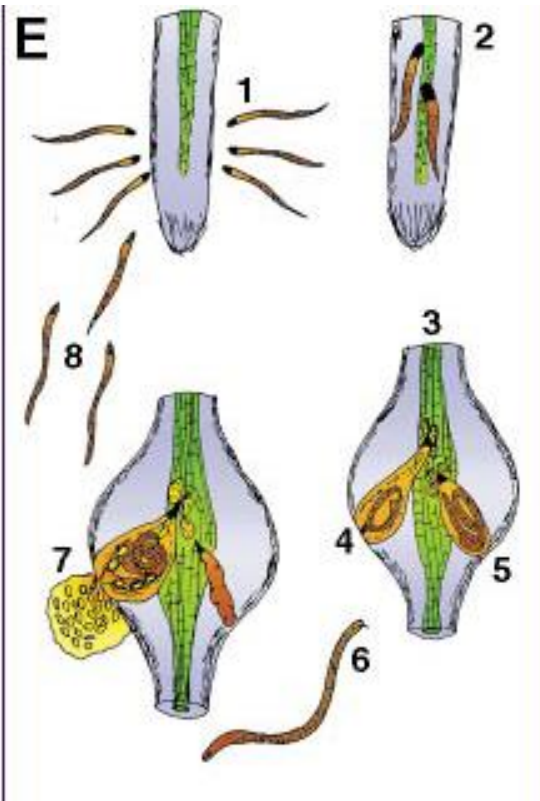
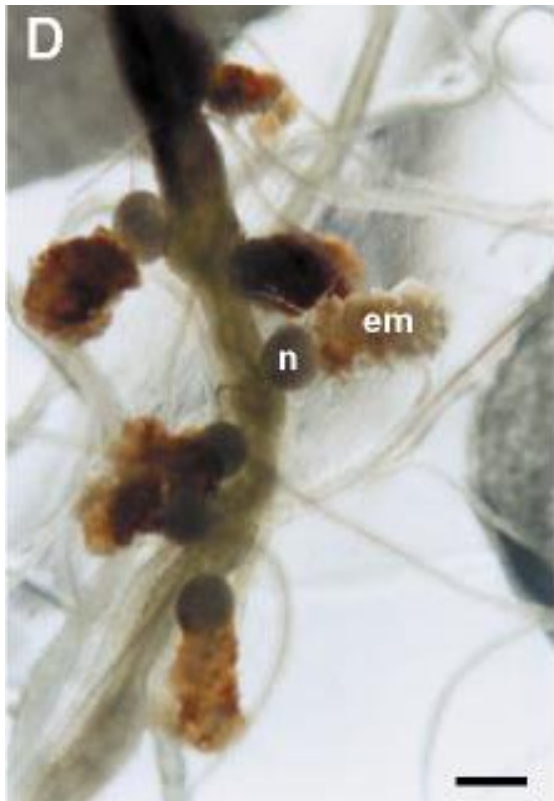
- 1 Infecção - juvenil 2º. estágio J2
- 2 Colonização – J2 “salsicha”
- 3 Raiz infectada
- 4 J4 fêmea / 5 J4 macho

- 6 Adulto macho
- 7 Adulto fêmea e massa de ovos
- 8 Cisto
- 9 Dispersão – J2 solo

Meloidogyne

Aspectos Biológicos

Heterodera vs.
Meloidogyne



n Nematóide / em Massa de ovos / * Célula nutridora (=gigante)

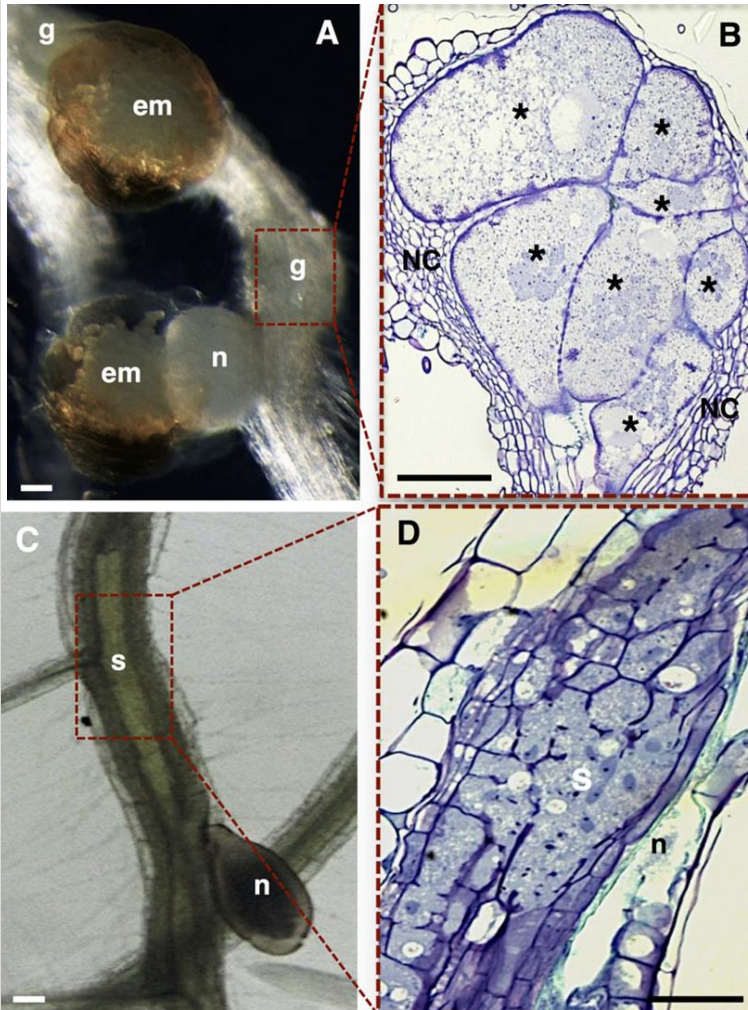
- 1 Infecção - juvenil 2º. estágio J2
- 2 Colonização - J2 "salsicha"
- 3 Galha
- 4 J4 fêmea / 5 J4 macho

- 6 Adulto macho
- 7 Adulto fêmea e massa de ovos
- 8 Dispersão - J2 solo



Meloidogyne spp. vs. *Heterodera schachtii*

Cenócito vs.
Sincício

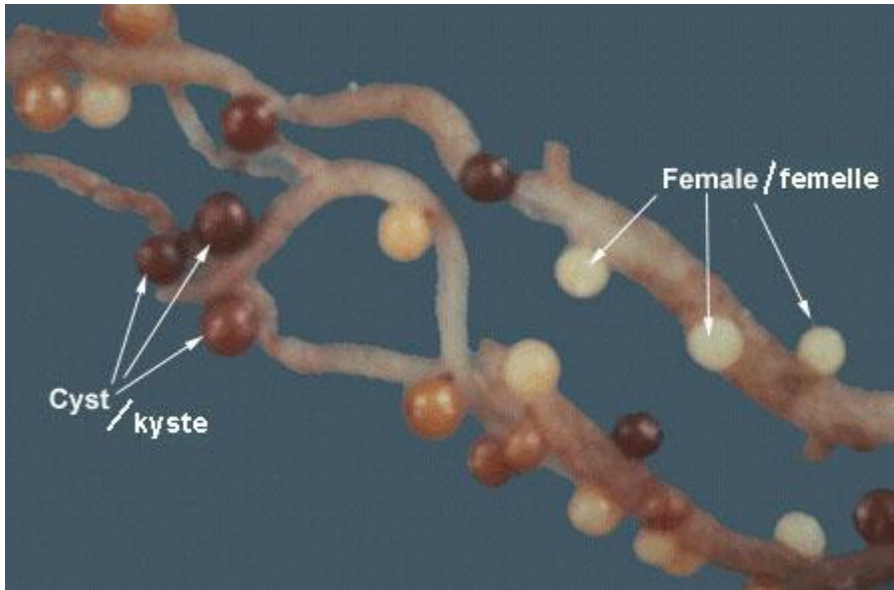


g Galha
em Massa de ovos
n Nematóide
NC Célula vizinha

s Sincício
n Nematóide

Sincício *Heterodera*
≡ *Rotylenchulus*
Nematóides de cisto →
Hoplolaimidae

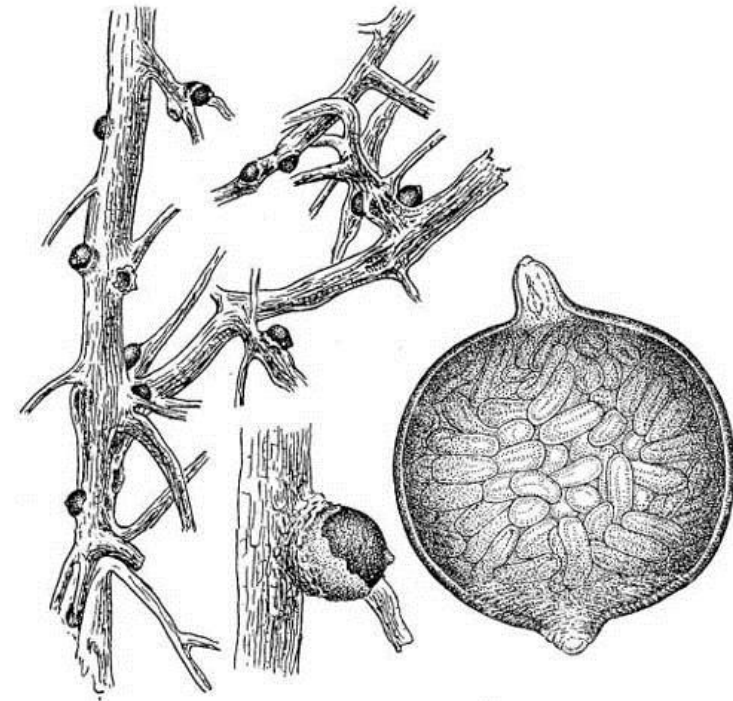
Outros Nematoides de Cisto



http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-plants-vegetaux/STAGING/images-images/pestrava_gloros_factsheet_image2_1336483385702_eng.jpg

Globodera pallida (foto) e *G. rostochiensis*

Batata e outras solanáceas
Não ocorrem no Brasil



<http://ploskorez.narod.ru/nematodaall/n7.htm>

Cactodera cacti

Flor-de-maio e outras cactáceas
Registro somente em plantas em
vasos com substrato importado

Nematoídes de Cisto no Brasil

Espécie	Comentários
<i>Heterodera glycines</i>	Principal patógeno da soja
<i>Heterodera fici</i>	Figueira e outras moráceas Primeira espécie de nematoíde de cisto registrada no Brasil
<i>Cactodera cacti</i>	Registrada somente em plantas de flor-de-maio em vaso com substrato importado



H. glycines

Principais Plantas Hospedeiras

Hospedeiras	Comentários
Soja	Distribuição mundial Perdas elevadas
Feijoeiro-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Distribuição mundial Perdas moderadas a elevadas
Ervilha, tremoço, feijoeiro-mungo	Outras fabáceas hospedeiras
Feijoeiro-adzuki	Perdas no Japão?
Tabaco, tomateiro	Solanaceae
Beterraba	Chenopodiaceae
Boca-de-leão	Scrophulariaceae





Perguntas?



Cultivares Resistentes

Resistência genética é a base do controle de fitonematoides



Resistência vs. Tolerância

Planta Resistente
Menor reprodução do nematoide

Planta Tolerante
Menos danos causados pelo nematoide

Tolerância **f**(resistência a nematoides, tolerância à seca e a alumínio trocável, agressividade das raízes ...)


Ambas são influenciadas pelo ambiente

$$F = G + A$$



Meloidogyne incognita

África do Sul 2002-03



Genótipos	Índice Galhas (0-5)	Ovos / g raízes
LS97-3221	5,0	126.300
Pickett	5,0	58.700
P 9492 RR	5,0	47.000
TN96-68	4,8	33.600
Manokin	2,5	3.300
K1423	2,0	27.800
LS98-1782	1,0	3.400
ExF11-1	1,0	600
Forrest	0,5	2.100
TN96-58	0,3	700
ExF20-32	0,3	400

Avaliação
Índice de galhas
Ovos / g raízes

Valor da resistência no manejo de *M. incognita* em soja?



Resistência vs. Tolerância

Microparcelas com *M. incognita*

Genótipos	Experimento 1		Experimento 2	
	Pf/Pi	Δ Produção*	Pf/Pi	Δ Produção*
LS95995	0,005 a	-13	0,25 a	-9
PAN660	0,06 a	-9	0,30 a	-11
Potties	0,6 a	-38	0,63 a	-24
Prima	22 b	-79	-	-
Prima 2000	-	-	92 b	-50
D82-3298	0,01 a	-28	0,13 a	-8
TXS98/10/93	0,09 a	-22	0,22 a	-9
Egret	-	-	0,34 a	-7

* = [(produção parcela infestada / produção parcela fumigada) x 100] - 100



Soja resistente (menor reprodução *Meloidogyne*) \equiv
Tolerante (menos perdas)

Resistência e tolerância dependem do ambiente

Resistência + Outro método
Combinação desejável (manejo)

Resistência / Tolerância (genética) não são suficientes
para evitar perdas!!!

Resistência vs. Tolerância

Campo ≠ *M. incognita*

Genótipos	Jan Kempdorp		Potchefstroom		Rustenburg	
	Pf*	ΔProd**	Pf*	ΔProd**	Pf*	ΔProd**
LS95995	2.478 a	+22	981 a	+7	2 a	+1
PAN660	1.438 a	-17	5.684 a	-3	4 a	-10
Potties	6.652 a	+7	28.139 b	+13	14 a	-13
Prima	38.764 b	-5	868.770 c	-52	2.578 b	-8
D82-3298	1.330 a	-39	2.200 a	-7	0 a	-14
TXS98/10/93	2.643 a	-22	3.748 a	-15	443 a	-1
Egret	-	-	6.234 a	-21	1 a	-7

* = ovos e J2 / 50g raízes

** = [(produção parcela infestada / produção parcela fumigada) x 100] - 100

Resistência vs. Tolerância

Campo= (Ano≠) *M. incognita*

Genótipos	Greytown Ano 1		Greytown Ano 2	
	Pf*	ΔProdução**	Pf*	ΔProdução**
LS95995	73 a	+9	31 a	+13
PAN660	387 a	-1	164 a	+10
Potties	34 a	+2	3.449 a	-5
Prima	25.808 b	-4	176.578 b	-20
D82-3298	34 a	+4	249 a	-10
TXS98/10/93	9 a	-7	443 a	+7
Egret	-	-	26 a	-3

* = ovos e J2 / 50g raízes

** = [(produção parcela infestada / produção parcela fumigada) x 100] - 100





Soja resistente (menor reprodução *Meloidogyne*) ≡
Tolerante (menos perdas)

Resistência e **tolerância** dependem **muito** do ambiente

Resistência + Outro método
Combinação **muito** desejável

Mais segurança!!!

Resistência *H. glycines*


Soja

Índice Fêmeas (IF)
IF Lee 74 = 100

IF < 10 Resistentes
IF 10-30 Moderadamente
Resistente
IF 30-60 Moderadamente
Suscetível
IF > 60 Suscetível



Exemplo



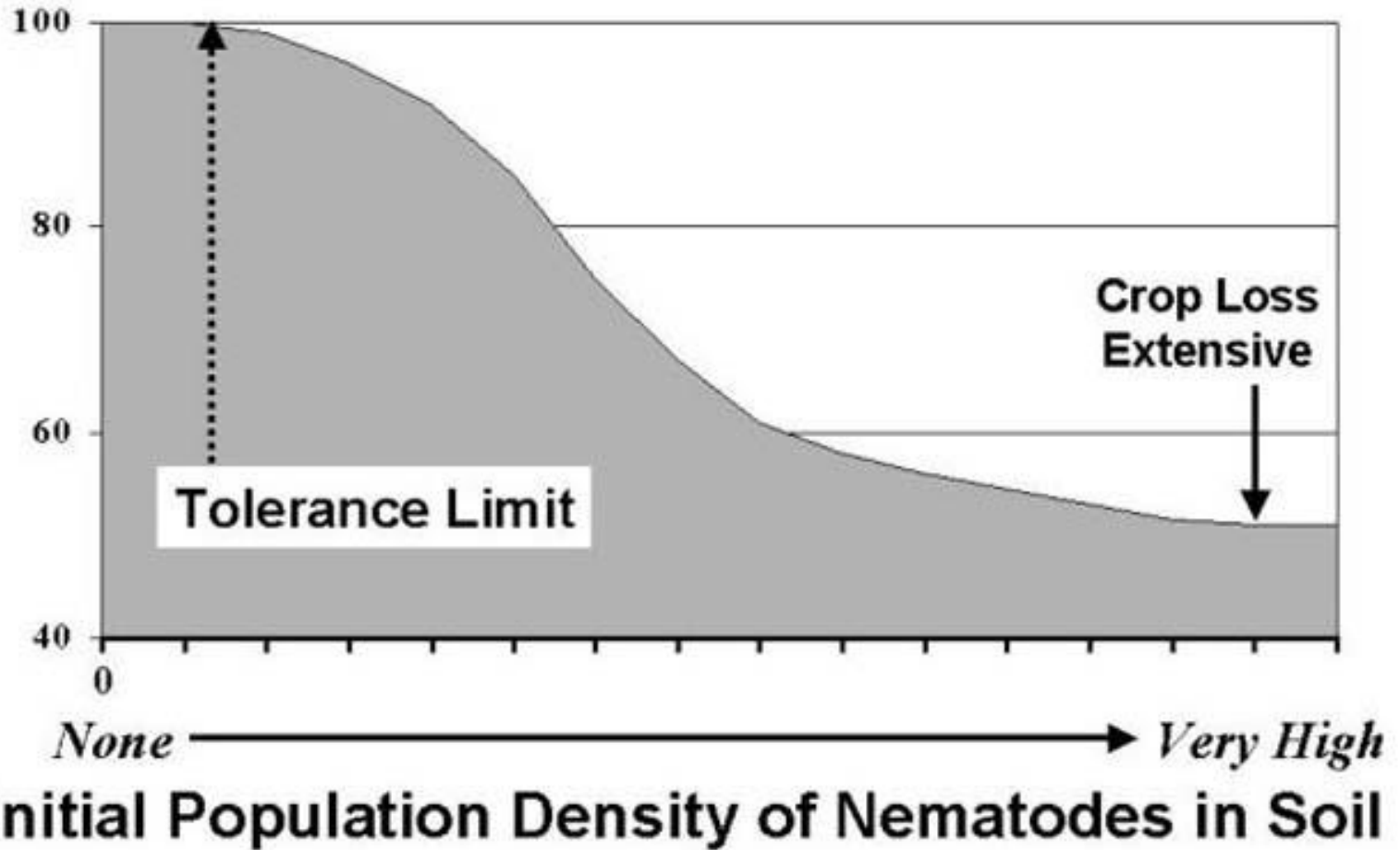
Cultivar	No. Fêmeas (Exp 1)		No. Fêmeas (Exp 2)	
Lee 74	348	IF=100	360	IF=100
UFVS 2010	26	IF=7,5	18	IF=5
BCR132390	47	IF=13,5	45	IF=12,5
BCR553402G	259	IF=74,4	182	IF=50,6
Emgopa 313	181	IF=52	179	IF=49,7
BCR945G110	21	IF=21	48	IF=13,3

Matsuo et al., 2012

Neste exemplo, somente UFVS 2010 é resistente a *Heterodera glycines*

Avaliação Tolerância

RELATIVE CROP YIELD (%)



Cultivares Tolerantes *H. glycines*



Avaliação Cultivares Brasil



Figura Embrapa

Havendo cultivares resistentes, o problema de *H. glycines* está resolvido?



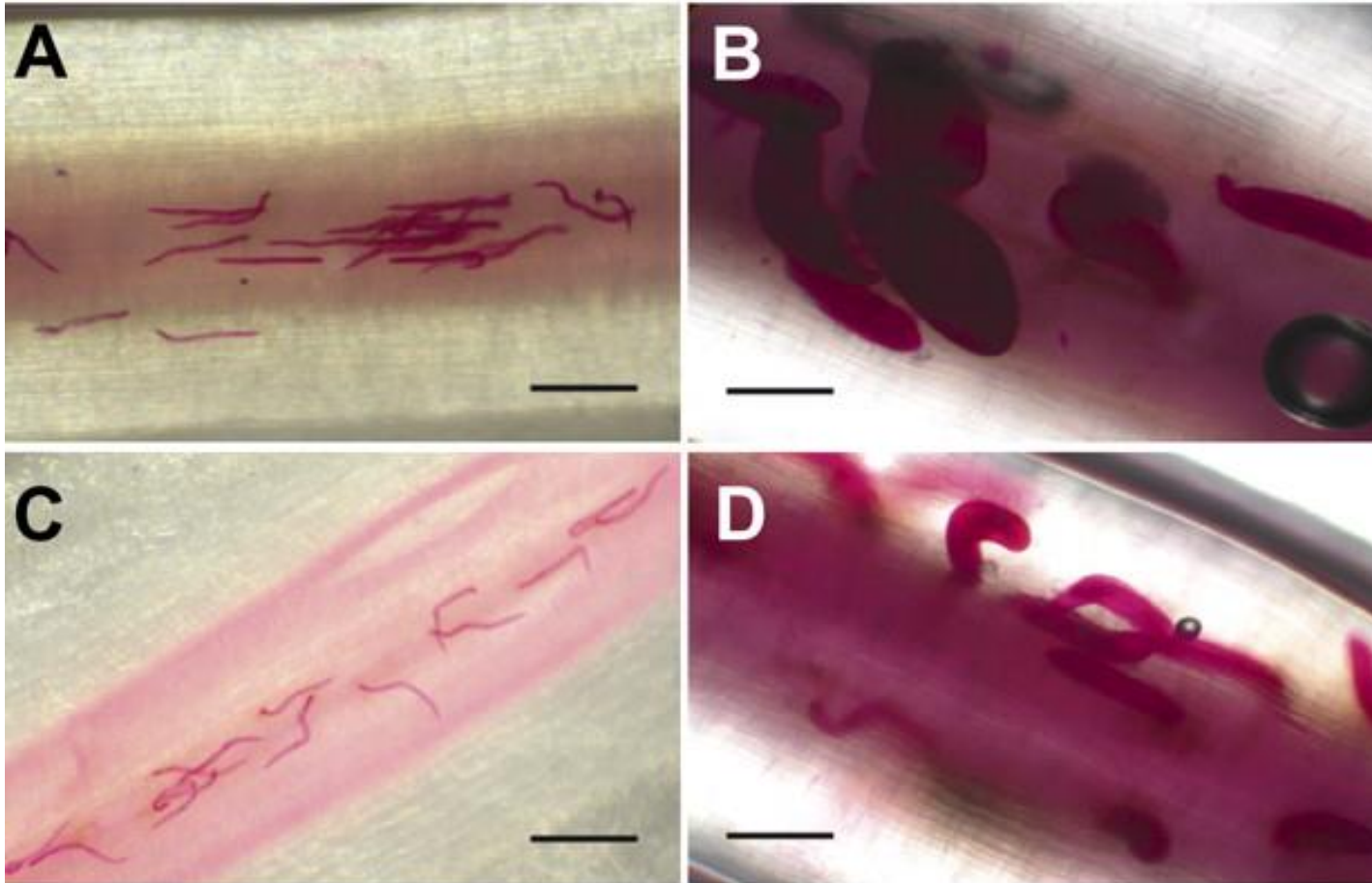
Cultivares Resistentes vs. Altas Densidades Nematóide



35.500 ovos/100 cm³

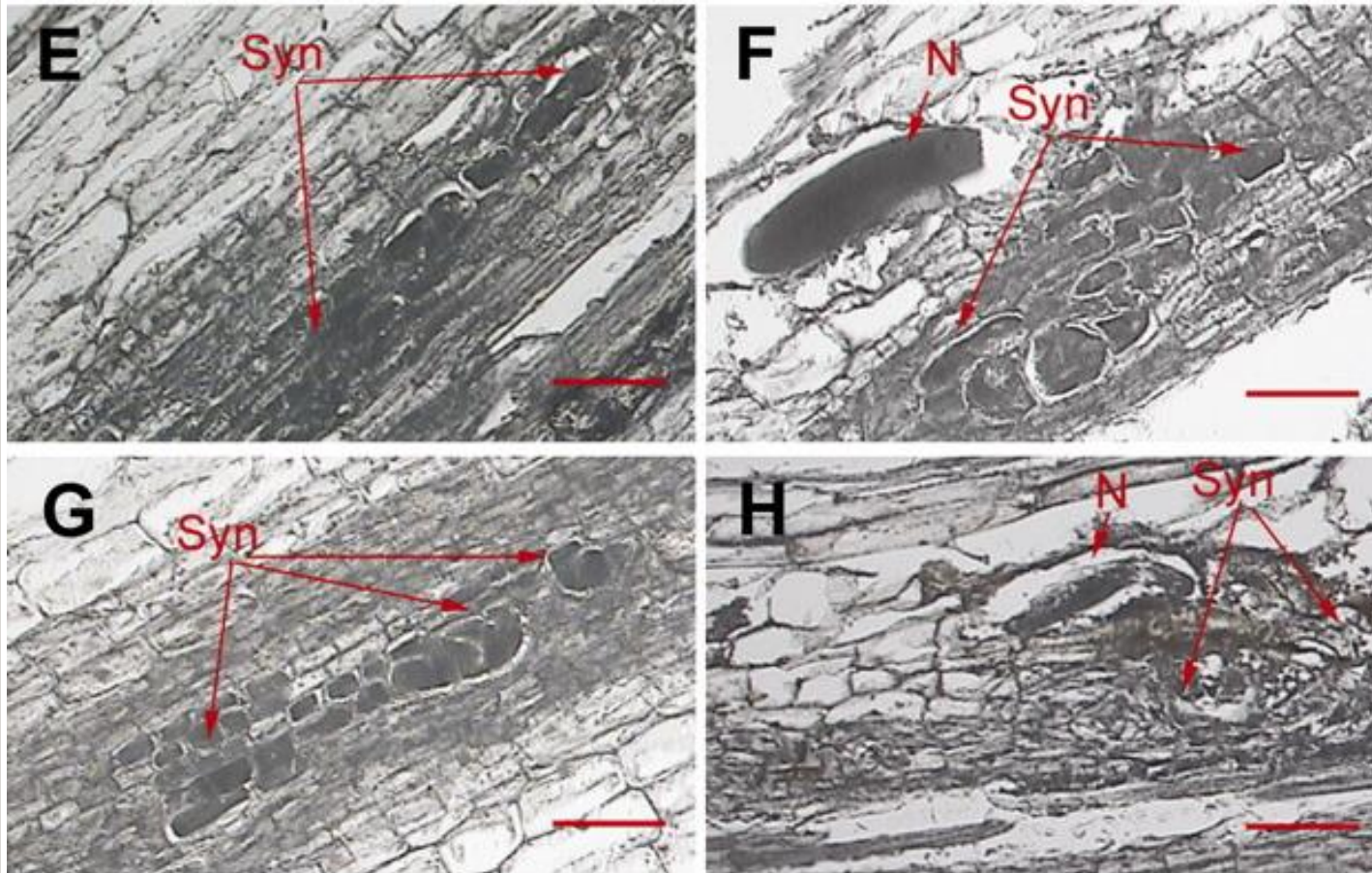
3.500 ovos/100 cm³

Custo da Resistência (1)




Soja suscetível **A** 2 dai – **B** 10 dai
Soja resistente **C** 2 dai – **D** 10 dai

Custo da Resistência (2)



Soja suscetível **E** 5 dai – **F** 8 dai
Soja resistente **G** 5 dai – **H** 8 dai



Portanto, P_i (população inicial) alta de *H. glycines* causa perdas em soja resistente

O que fazer quando há altos valores de P_i ?

Nelson & Bradley (1999/2003) Dakota do Norte
100(150)-2.000 ovos/100cm³ → cv resistente (ou rotação)

>2.000 ovos/100cm³ → rotação

O que fazer quando há baixos valores de P_i ?

<100(150) ovos/100cm³ → cv suscetível

Manejo de Raças de *H. glycines*

As raças de *H. glycines* têm diferentes capacidades de se reproduzir nas cultivares de soja

Conseqüentemente, cada cultivar é resistente a algumas raças e suscetível às demais raça de *H. glycines*

Portanto, o controle de *H. glycines* depende da correta identificação da(s) raça(s) do nematoide presentes no local



Raças *H. glycines*

Sistema de Riggs & Schmitt, 1988

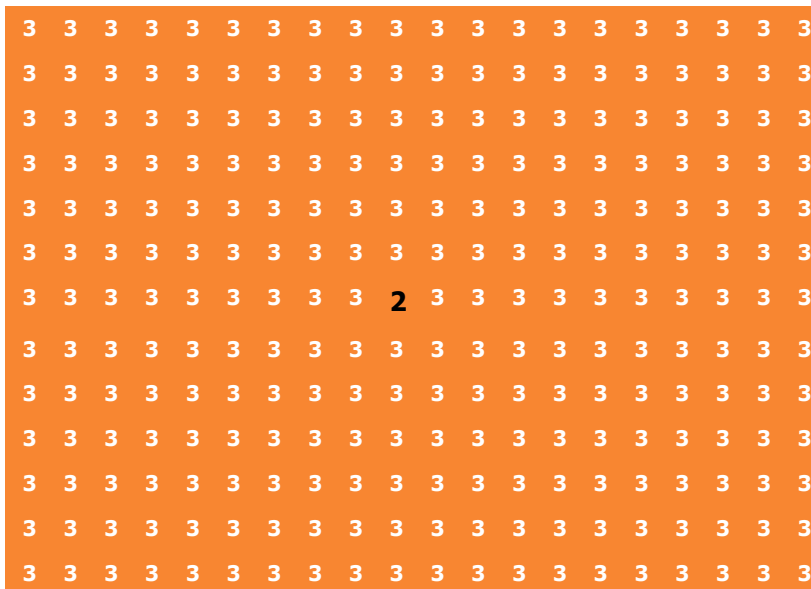
Raças	Diferenciadoras			
	Pickett	Peking	PI 88788	PI 90763
1	-	-	+	-
2	+	+	+	-
3	-	-	-	-
4	+	+	+	+
5	+	-	+	-
6	+	-	-	-
7	-	-	+	+
8	-	-	-	+
9	+	+	-	-
10	+	-	-	+
11	-	+	+	-
12	-	+	-	+
13	-	+	-	-
14	+	+	-	+
15	+	-	+	+
16	-	+	+	+

(+) No. fêmeas > 10% em Lee 74

(-) No. fêmeas < 10% em Lee 74



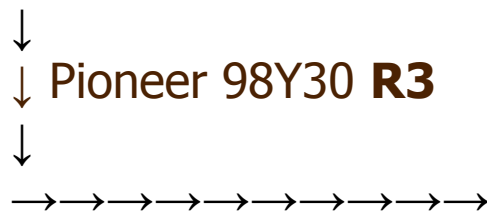
Uso Continuado de Cultivar Resistente?



BRSGO 8661RR **R1,2,3,14**

Opções para controle raça 2

BRSGO Chapadões e TMG 4182
R1,2,3,4,5,6,9,10,14



Seleção / Mudança da raça predominante

2 2 2
2 2 2
2 2 2





China Raças 1-7, 14

Coreia do Sul 1, 3, 5 e 6

Japão (Ichinohe, 1988) Raças 1, 3 e 5

EUA Raças 1-10, (11, 13) 14 e 15

Canadá Raças 1, 2, 3, 5 e 6

Nos EUA, uso
continuado e intensivo
de cultivares resistentes

Argentina Raças 1, 3, 5, 6, 9 e 14

Brasil Raças 1-6, 9, 10, 14, 4+, 14+

Uso recente mas
intensivo de cultivares
resistentes

Maior o uso de cultivares resistentes → Mais raças

Opções? Multilinhas?

Concluindo

Resistência \neq Tolerância

Expressão de ambas, principalmente tolerância, depende do ambiente

Resistência & Tolerância

Principal método de controle de fitonematoides

Porém, há limitações

Exemplo Resistência de soja a *Heterodera glycines*

Em altas densidades do nematoide
Com uso continuado das cultivares





Perguntas?




Intervalo!



Nematoides da Soja

Soja

Principais Nematoides Brasil



Nematoides	Comentários
<i>Heterodera glycines</i>	Perdas elevadas no cerrado brasileiro Perdas moderadas RS e PR
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	Perdas moderadas a elevadas no cerrado brasileiro
<i>Meloidogyne javanica</i>	Perdas pequenas a moderadas Risco de recidivas
<i>M. incognita</i>	Idem ↑Ocorrência e perdas sucessão algodoeiro
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Perdas pequenas a moderadas ↑Ocorrência e perdas sucessão algodoeiro
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	Ocorrência PA, MA, TO Parte aérea / causador da soja louca II
<i>Helicotylenchus dihystera</i> <i>Scutellonema brachyurus</i> <i>Tubixaba tuxaua</i>	Perdas não quantificadas

Heterodera glycines

Fêmeas



Foto Rodrigo Gonçalves Trevisan (2015)

Heterodera glycines

Apodrecimento de Raízes



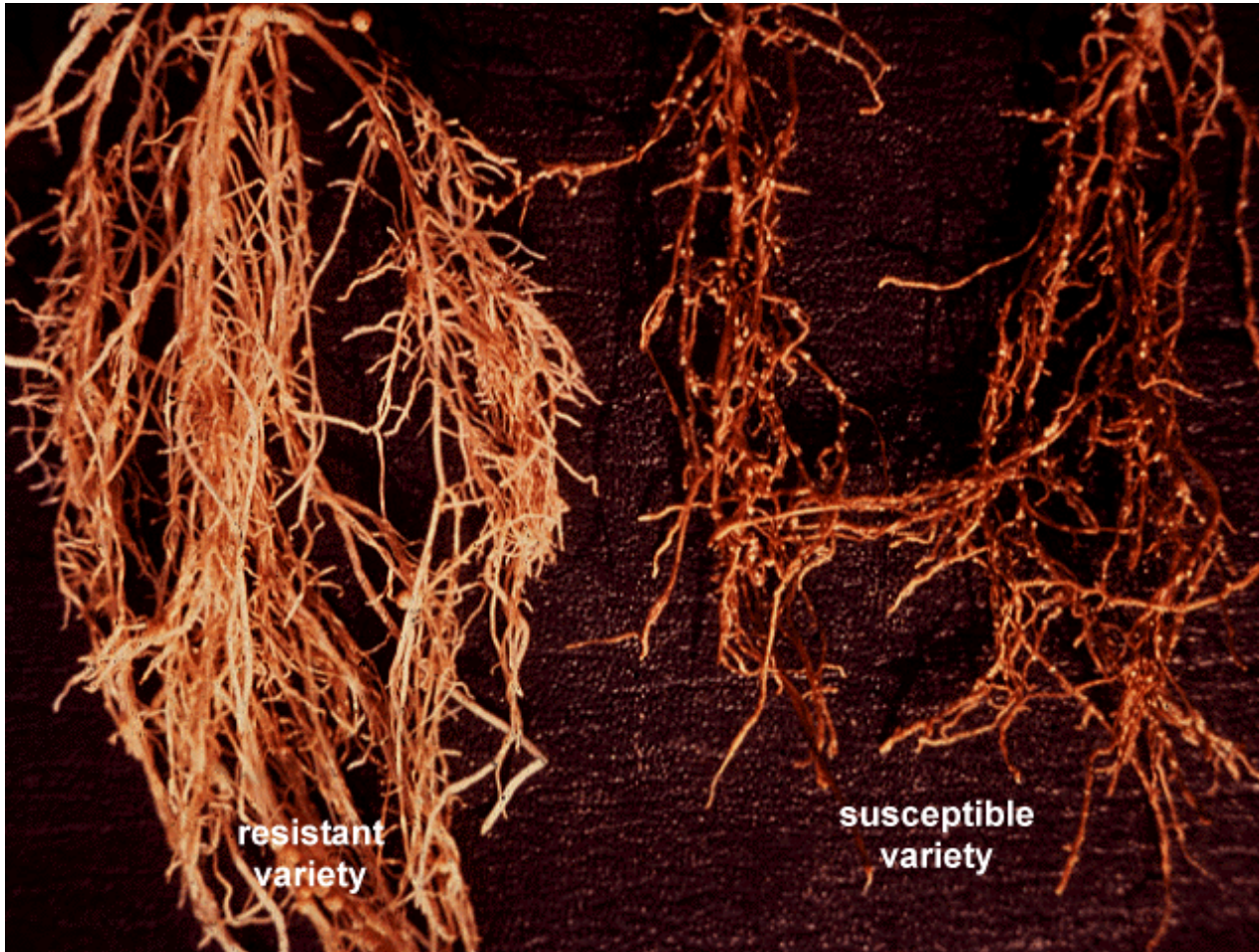
Heterodera glycines

Reboleira



Heterodera glycines

Resistência



<http://www.clfs.umd.edu/entm/pdiag/nematology/images/son026.gif>



Meloidogyne javanica

Galhas e Reboleiras



Meloidogyne incognita

Resistência



Rotylenchulus reniformis

Massas de Ovos



Rotylenchulus reniformis

Reboleiras



Rotylenchulus reniformis

Nanismo



Foto Guilherme L. Asmus

Rotylenchulus reniformis

Resistência



Peking

Fonte de resistência

https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1970Articles/Phyto60n04_695.PDF

Pratylenchus brachyurus

Apodrecimento de Raízes



Pratylenchus brachyurus

Reboleiras



Aphelenchoides besseyi

Soja Louca II



https://www.embrapa.br/image/journal/article?img_id=5515550&t=1442577349721

Scutellonema brachyurus *Helicotylenchus dihystera*



Testemunha
Não inoculada

Inoculada
P. brachyurus

Inoculada
S. brachyurus

Inoculada
H. dihystera



Tubixaba tuxaua



Foto Tânia Silveira dos Santos

Concluindo

Heterodera glycines e *Pratylenchus brachyurus*

Espécies mais importantes no Brasil

Maiores perdas e distribuição geográfica

Meloidogyne javanica e *M. incognita*

Espécies mais importantes até 1992
(1º. registro de *H. glycines* no Brasil)

Atualmente, perdas por ausência de controle

Aphelenchoides besseyi

Soja louca II

Nematoides parasita de folhas, ramos e flores

Rotylenchulus reniformis

Perdas no sul de MS e em locais com algodão safrinha

Helicotylenchus dihystera
Scutellonema brachyurus

Tubixaba tuxaua

Perdas não quantificadas





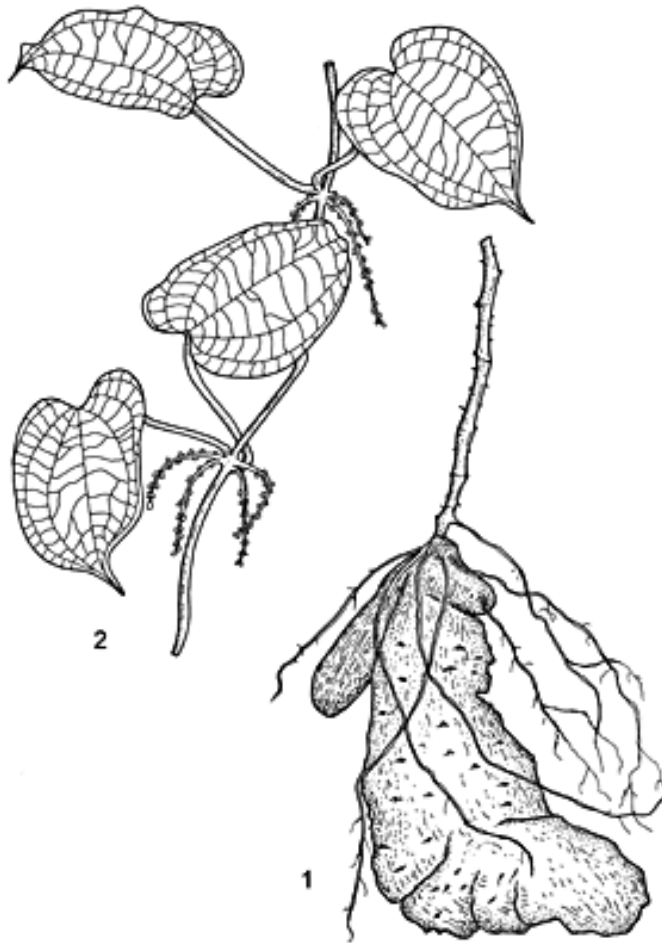
Perguntas?



Nematoides do Cará

Inhame (Yam), Cará

Dioscorea cayennensis, *Dioscorea* spp.



<http://www.naijainvest.com/wp-content/uploads/2012/08/agric-yam.jpg>

<http://database.prota.org/dbtw-wpd/protabase/Photfile%20Images/Linedrawing%20Dioscorea%20cayennensis.gif>

2007

Área plantada (mundo) 4,6 milhões ha

Produção (mundo) 52 milhões t

Inhame, Cará, Taró

Colocasia esculenta



<http://verdesnaturais.com/artigos/o-inhame-este-confuso-e-desconhecido>



Inhame vs. Cará vs. Taró

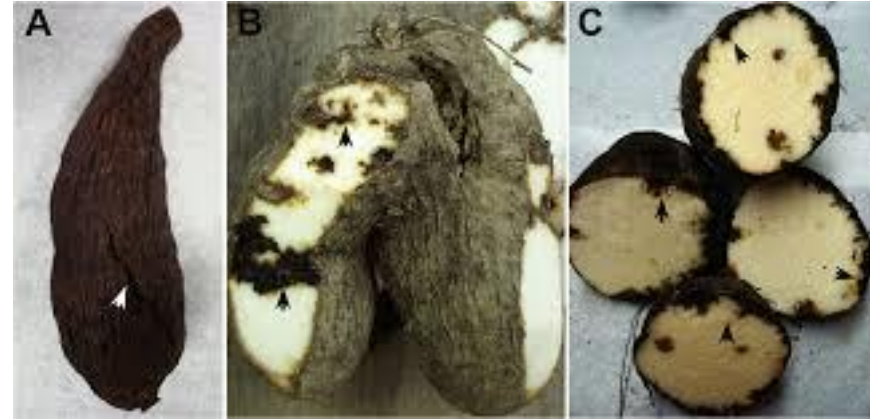
???



Dioscorea spp. *Scutellonema bradys*



http://www.cgiar.org/www-archive/www.cgiar.org/eneews/may2008/images_04_08/story13.gif



https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFIx-pZ_JenkIVY61xjgaNcWrobtOWgzckmA4PIM8xM7SA0JeZ



Dioscorea spp.
Meloidogyne spp.

M. incognita
M. javanica
M. enterolobii



https://farm6.staticflickr.com/5477/12794428744_d1150229c4_b.jpg



Dioscorea alata
Pratylenchus coffeae



<http://www.pestnet.org/SummariesofMessages/Pests/PestsEntities/Nematodes/Pratylenchus,Dioscoraealata,Solo monIsPNG.aspx>

Guadalcanal, Ilhas Salomão



Colocasia esculenta *P. coffeae*



<http://www.ediblearoids.org/Portals/0/TaroPest/LucidKey/TaroPest/Media/Html/Nematodes/Pcoffae/Pcoffae6.htm>

Ocorrência em *C. esculenta* no Japão causando perdas

Ocorrência em *C. esculenta* em Samoa, Fiji e Papua Nova Guiné



Concluindo

Vários nematoides em *Dioscorea* spp. e *Colocasia esculenta*

No Brasil, perdas registradas somente em *Dioscorea cayennensis*, causadas por *Scutellonema bradys*

Outros

Meloidogyne incognita, *M. javanica*, *M. enterolobii* e *Pratylenchus coffeae*





Perguntas?



Bom Almoço!