



# Nematoides em Hortaliças

Jadir Borges Pinheiro

**Embrapa**

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

# **NEMATOIDES EM HORTALIÇAS**

*Jadir Borges Pinheiro*

***Embrapa  
Brasília, DF  
2017***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, Km 9

Caixa Postal 218

CEP 70275-970 - Brasília - DF

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição**

Embrapa Hortaliças

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Jadir Borges Pinheiro*

Editor técnico: *Mariana Rodrigues Fontenelle*

Membros: *Ailton Reis*

*Alice Maria Quezado Duval*

*Carlos Eduardo Pacheco Lima*

*Giovani Olegário da Silva*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Jairo Vidal Vieira*

*Raphael Agusuto de Castro e Melo*

*Rita de Fátima Alves Luengo*

Supervisão editorial: *Caroline Pinheiro Reyes*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Normalização bibliográfica: *Antônia Veras de Souza*

Capa e ilustrações: *Vanessa Reyes*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *André L. Garcia*

**1ª edição**

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/98).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Pinheiro, Jadir Borges.

Nematoides em hortaliças / Jadir Borges Pinheiro. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

194 p. : il. color. ; 17,0 cm x 24,0 cm.

ISBN 978-85-7035-685-7

1. Meloidogyne spp. 2. Doença de planta. I. Título. II. Embrapa Hortaliças.

CDD 632.65182

---

© Embrapa, 2017

---

# Autor

**Jadir Borges Pinheiro**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia - Nematologia, pesquisador da  
Embrapa Hortaliças, Brasília, DF



---

## Apresentação

O manejo de nematoides representa uma etapa extremamente importante no sistema produtivo de hortaliças. O conhecimento das principais espécies que ocorrem em hortaliças, sua diagnose e as medidas de manejo, é essencial para a sustentabilidade do setor produtivo.

A escassez de informações compatibilizadas sobre nematoides em hortaliças motivou a elaboração

deste livro. Assim, o objetivo desta publicação foi o de apresentar informações sobre os diferentes gêneros de nematoides que ocorrem com maior frequência em hortaliças, os sintomas resultantes do ataque destes patógenos, bem como as medidas de manejo a serem empregadas no manejo correto e sustentável em áreas de produção de hortaliças. O livro é composto de sete partes, totalizando em 28 capítulos, utilizan-

do as experiências acumuladas com a pesquisa na Embrapa Hortaliças, com abordagem ilustrativa e prática. Espera-se que as informações contidas neste livro sejam de grande valia a todos que tenham algum vínculo ou interesse pela nematologia das hortaliças, em especial, produtores, pesquisadores, extensionistas, técnicos, professores e estudantes. A expectativa é que de que esta obra venha a contribuir para o avanço

do conhecimento na área da Nematologia, de modo a disponibilizar informações sobre os nematoides em hortaliças de forma prática, clara e compatibilizada. Cientes da importância desta atividade, é com grande satisfação que apresentamos o livro *Nematoides em hortaliças*.

*Warley Marcos Nascimento*  
Chefe-Geral da Embrapa Hortaliças

---

## Prefácio

**É** com prazer que apresento o livro *Nematoides em hortaliças*. Esta publicação se materializa como a possibilidade de reunir em uma obra os conhecimentos gerados pela pesquisa e toda experiência acumulada no tema nos últimos anos. O livro está dividido em sete partes. A primeira, composta pelo panorama atual de nematoides em hortaliças. A segunda parte é composta de cinco capítulos e traz informações

sobre o ciclo de vida, sobrevivência e disseminação dos principais gêneros de nematoides em hortaliças: nematoides-das-galhas, das lesões radiculares, reniforme, do amarelão do alho e da casca-preta-do-inhame. Na terceira, quarta e quinta partes são contemplados 17 capítulos que tratam da ocorrência de nematoides e dos principais sintomas resultantes do ataque destes patógenos nas hortaliças folhosas e frutos (abóboras,

morangas, pepino, chuchu e maxixe; alface e outras hortaliças folhosas; berinjela e jiló, brássicas, coentro e salsinha; melão e melancia; pimenta e pimentão, quiabeiro e tomate), hortaliças raízes, tubérculos e bulbos (alho e cebola, batata, batata-doce, beterraba, cara e inhame, cenoura e mandioquinha-salsa) e não convencionais ou tradicionais (peixinho, coentrão, macaia, chuchu de vento e bertalha). Na sexta parte, distribuída em dois capítulos, explora-se de forma prática, a coleta de amostras de solo e de partes vegetais para diagnose de nematoides em cultivos de hortaliças. A sétima parte perfaz dois

capítulos sobre o manejo de nematoides em hortaliças folhosas e frutos e hortaliças raízes, tubérculos e bulbos. Finalmente, no último capítulo são enfatizados os desafios e as perspectivas em relação ao manejo de nematoides, bem com as principais demandas em relação aos estudos na área.

Acredito que esta publicação poderá contribuir de forma bastante útil no manejo de nematoides em hortaliças, tornando-se uma referência como base de consulta.

*O Autor*

---

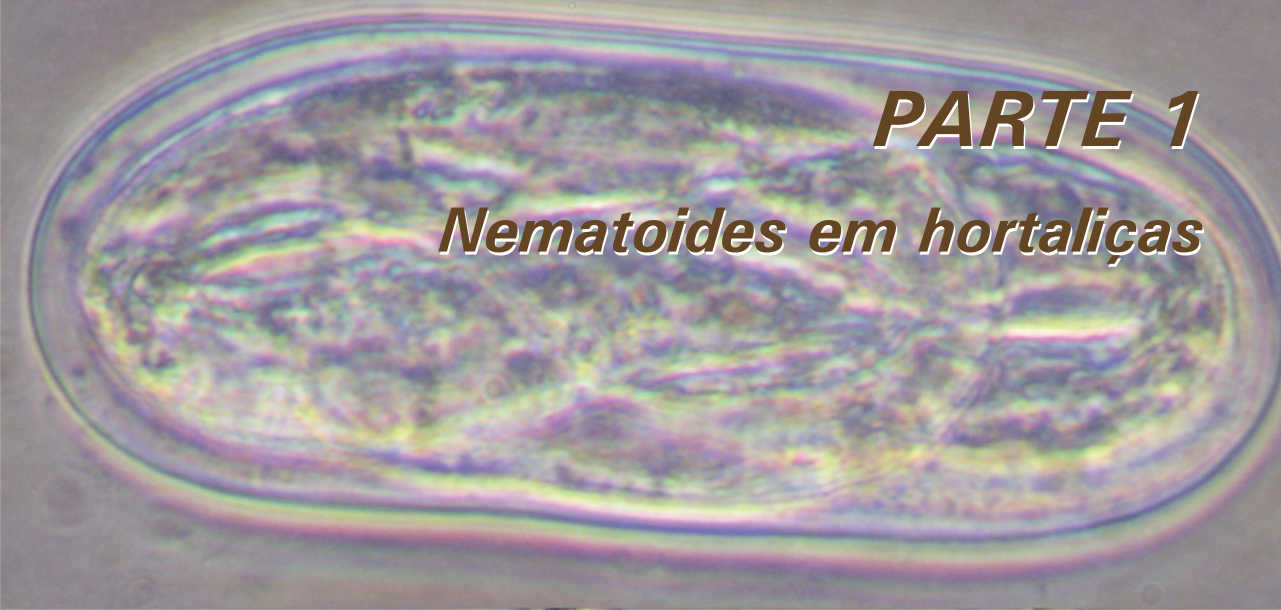
# Sumário

<b>PARTE 1. Nematoides em hortaliças .....</b>	<b>11</b>
Capítulo 1 – Panorama atual .....	13
 <b>PARTE 2. Ciclo de Vida, Sobrevivência e Disseminação dos</b>	
<b>Principais Gêneros de Nematoides em Hortaliças .....</b>	<b>21</b>
Capítulo 1 – Nematóide-das-galhas – <i>Meloidogyne</i> spp. ....	23
Capítulo 2 – Nematóide-das-lesões-radiculares – <i>Pratylenchus</i> spp.....	29
Capítulo 3 – Nematóide-reniforme – <i>Rotylenchulus reniformis</i> .....	33
Capítulo 4 – Nematóide-do-amarelão-do-alho – <i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	37
Capítulo 5 – Nematóide-da-casca-preta-do-inhame – <i>Scutellonema bradys</i> .....	43
 <b>PARTE 3. Hortaliças Folhosas e Frutos.....</b>	<b>47</b>
Capítulo 1 – Abóboras, morangas, pepino, chuchu e maxixe .....	49
Capítulo 2 – Alface e outras hortaliças folhosas .....	53
Capítulo 3 – Berinjela e jiló .....	57
Capítulo 4 – Brássicas.....	61
Capítulo 5 – Coentro e salsinha .....	65

Capítulo 6 – Melão e melancia .....	69
Capítulo 7 – Pimentas e pimentão .....	73
Capítulo 8 – Quiabeiro .....	79
Capítulo 9 – Tomate .....	83
<b>PARTE 4. Hortaliças Raízes, Tubérculos e Bulbos .....</b>	<b>87</b>
Capítulo 1 – Alho e cebola.....	89
Capítulo 2 – Batata.....	95
Capítulo 3 – Batata-doce .....	103
Capítulo 4 – Beterraba .....	109
Capítulo 5 – Cará e inhame.....	115
Capítulo 6 – Cenoura .....	119
Capítulo 7 – Mandioquinha-salsa .....	123
<b>PARTE 5. Hortaliças não convencionais ou tradicionais .....</b>	<b>129</b>
Capítulo 1 – Peixinho, coentrão, macaia, chuchu de vento e bertalha ..	131
<b>PARTE 6. Amostragem para diagnose de nematoides em cultivos de hortaliças .....</b>	<b>133</b>
Capítulo 1 – Coleta de amostras de solo.....	135
Capítulo 2 – Coleta de amostras de partes vegetais .....	137
<b>PARTE 7. Manejo de Nematoides em Hortaliças .....</b>	<b>139</b>
Capítulo 1 – Hortaliças folhosas e frutos .....	141
Capítulo 2 – Hortaliças raízes, tubérculos e bulbos.....	157
Capítulo 3 – Desafios e perspectivas.....	169
<b>Referências .....</b>	<b>173</b>
<b>Literatura recomendada.....</b>	<b>186</b>

# ***PARTE 1***

## ***Nematoides em hortaliças***





# Capítulo 1

## Panorama atual

O nematoide-das-galhas assume importância econômica por causar danos expressivos na maioria das hortaliças cultivadas como alface (*Lactuca sativa* L.), batata (*Solanum tuberosum* L.), batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], berinjela (*Solanum melogena* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), jiló (*Solanum aethiopicum* Raddi), mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.), pimenta e pimentão (*Capsicum* spp. L.), tomate e cucurbitáceas {melão (*Cucumis melo* L.), melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], abóboras (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir.) e morangas (*Cucurbita maxima* Duchesne)}.

As espécies do gênero *Meloidogyne* Goeldi de maior importância em hortaliças são *M. incognita* (Kofoid; White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e *M. hapla* Chitwood.

Em culturas como o coentro (*Coriandrum sativum* L.), outras espécies de nematoides como *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira têm causado prejuízos significativos na produção, principalmente no Nordeste do Brasil. Em mandioquinha-salsa e batata, o nematoide-das-lesões-radiculares, *Pratylenchus* spp. Filipjev, tem sido responsável por significativas perdas na produção, assim como *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev

na cultura do alho (*Allium sativum* L.), que desde seu relato em 1980 (CHARCHAR et al., 1980), tem causado danos na cultura nas principais regiões produtoras do país.

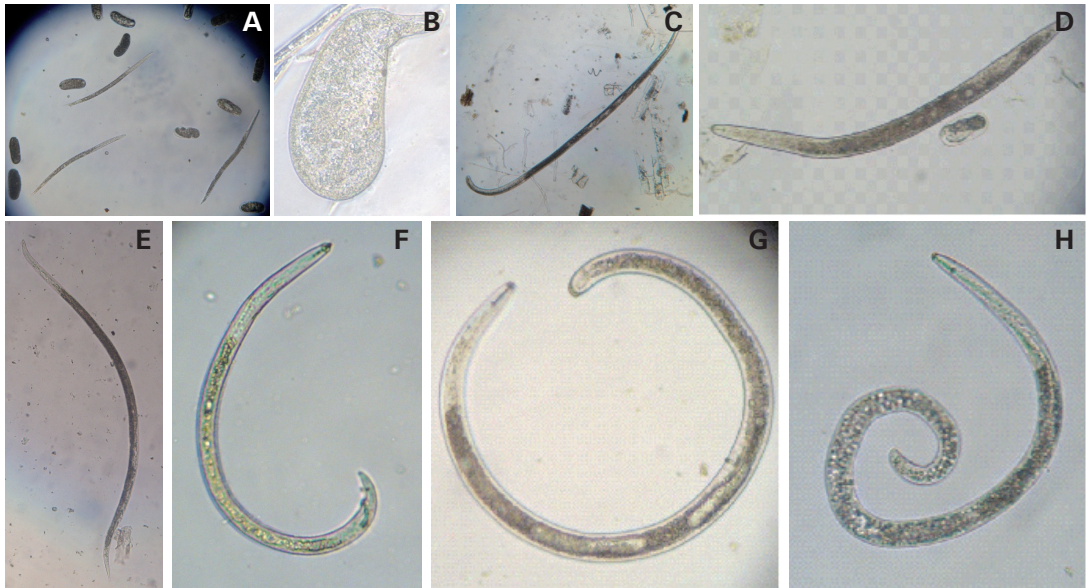
Ademais, *Scutellonema bradys* (Steiner; Lelew) Andrassy no inhame [*Dioscorea* spp. (L.) Schott] é um dos patógenos mais importantes para a cultura (Figura 1).

Na Tabela 1 encontram-se os principais gêneros de nematoides de importância para hortaliças no Brasil. Determinados gêneros e espécies de nematoides para algumas hortaliças causam danos esporádicos em determinadas regiões do país, a depender

das condições climáticas do local, densidade populacional de nematoides presentes na área, tipo de solo, cultivar plantada e o manejo adotado pelos produtores.

A importância dos nematoides para as hortaliças é de abrangência mundial, principalmente em regiões tropicais, onde em determinadas situações é praticamente impossível o cultivo em áreas com a presença destes micro-organismos. Quando as hortaliças são cultivadas na mesma área, sem a devida adoção de medidas de controle, muitas vezes não desenvolvem ao intenso ataque da maioria das espécies de nematoides, especialmente o nematoide-das-ga-

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Principais gêneros de nematoides em hortaliças: A - ovos e juvenis de *Meloidogyne* spp.; B - fêmea adulta de *Meloidogyne*; C - macho adulto de *Meloidogyne* spp.; D - *Pratylenchus* sp.; E - *Ditylenchus dipsaci*; F - *Rotylenchulus reniformis*; G - *Scutellonema bradys* e H - *Helicotylenchus dihystera*.

**Tabela 1.** Principais gêneros e espécies de nematoides importantes em hortaliças no Brasil.

Nome Comum	Espécies	Hortaliças
Nematoide-das-galhas	<i>M. enterolobii</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> , <i>M. ethiopica</i> , <i>M. hapla</i> , <i>M. arenaria</i>	alface, cenoura, batata-doce, beterraba, cebola, cucurbitáceas (abóboras, abobrinhas, melão, morangas, pepino), solanáceas (batata, pimentas, pimentão, jiló, berinjela, tomate) <sup>(1)</sup> .
Nematoide-das-lesões-radiculares	<i>Pratylenchus brachyurus</i> , <i>P. penetrans</i> , <i>P. coffeae</i>	batata, mandioquinha-salsa, inhame <sup>(1)</sup> . cenoura, quiabo, jiló, tomate, pimentão, batata-doce, ervilha <sup>(2)</sup> .
Nematoide-do-amarelo-do-alho	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	alho <sup>(1)</sup> . cebola <sup>(2)</sup> .
Nematoide-reniforme	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	coentro e melão <sup>(1)</sup> . alface, batata-doce, melancia, tomate, quiabo <sup>(2)</sup> .
Nematoide-da-casca-preta-do-inhame	<i>Scutellonema bradys</i>	inhame, cará e mandioquinha-salsa <sup>(1)</sup> .
Nematoide-espiralado	<i>Helicotylenchus dihystera</i>	cenoura <sup>(1)</sup> .

<sup>(1)</sup> Principais culturas de ocorrência.<sup>(2)</sup> Outras culturas

lhas (*Meloidogyne* spp.), o que resulta em perdas (Figura 2) que podem chegar a 100% (Tabela 2), a depender da infestação da área, da espécie de nematoide envolvida, da cultivar plantada e das condições ambientais. Os relatos de perdas causadas por fitonematoides em algumas culturas são escassos na literatura, e a falta de informações disponíveis provavelmente se deve ao fato da dificuldade na realização de estudos em campo, bem como do rápido ciclo da maioria das hortaliças.

No Brasil, é importante lembrar que os problemas causados por nematoides em hortaliças são intensificados pela existência de grande número de áreas de cultivos, pela localização destas áreas em regiões urbanas e periurbanas, o que intensificam o movimento de pessoas, máquinas e animais, fatores que favorecem a disseminação dos nematoides, bem como pela falta de cultivares de hortaliças resistentes e pela importância prática que é dada aos nematoides em cultivos de hortaliças, quando



**Figura 2.** Perdas em cultivos de pimentão e cenoura devido à infestação pelo *Meloidogyne* spp.: A - pimentão em cultivo protegido e B - cenoura em campo.

**Tabela 2.** Perdas causadas por nematoides em hortaliças.

Hortaliça	Porcentagem	Referência
Brássicas	12	Noling; Barker (1994).
Tomate	30 a 80	Chitwood (1951); Sayre; Tayama, (1964); Barker et al. (1976); Lordello (1978); Sasser, (1979); Ferraz; Churata-Masca, (1983); Roberts; May (1986); Charchar, (1995)
Cenoura	100	Vrain et al. (1981)
Batata	12,2	Barker (1998)
Melão	10-100	Mc Sorley et al. (1987); Nugent; Dukes, (1997); Koenning et al. (1999); Lima et al. (1995).

se compara a nematoides em grandes culturas como algodão, milho e soja. Entre os principais fatores responsáveis pela importância dos nematoides em hortaliças, destaca-se o grande número de espécies de hortaliças cultivadas que são hospedeiras do nematoides-das-galhas. Assim, a falta da utilização de um esquema de rotação de culturas com a intensificação de plantio de hortaliças ao longo do ano acarreta aumento exponencial dos níveis populacionais de nematoides nas áreas de cultivo. Disso decorre a redução do valor da mercadoria, principalmente em raízes tuberosas comercializadas como cenoura, beterraba, inhame, mandioquinha-salsa, batata e batata-doce.

Vale destacar, também, que para a maioria das hortaliças cultivadas não existem registros de produtos nematicidas, o que dificulta e aumenta de maneira expressiva o

uso indiscriminado de nematicidas, os quais geralmente são produtos altamente tóxicos e com um período residual longo em relação ao ciclo das hortaliças cultivadas. Além disso, muitas das hortaliças são consumidas *in natura*, o que aumenta os riscos de contaminação pelo consumidor final com produtos químicos (Tabela 3).

Nesse contexto, a identificação e a incorporação de genes de resistência a nematoides em cultivares de hortaliças nos programas de melhoramento no país são importantes, com o intuito de desenvolver e inserir no mercado cultivares resistentes, de forma a contribuir para a redução do uso indiscriminado de agrotóxicos.

Vários genes de resistência a nematoides já foram relatados em hortaliças. Alguns genes conferem resistência a mais de uma espécie de nematoide (Tabela 4).

**Tabela 3.** Nematicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle de nematoides em hortaliças no Brasil.

Cultura	Número de produtos comerciais	Ingredientes Ativos
Batata	8	Metam-sódico, carbofurano e fenamifós
Cenoura	7	Metam sódico, carbofurano e fostiazato
Tomate	3	Metam sódico, carbofurano e fenamifós

Fonte: Brasil (2016).

**Tabela 4.** Genes de resistência a *Meloidogyne* spp. identificados e utilizados em hortaliças.

Hortaliças	Genes	Espécies de <i>Meloidogyne</i>	Referências
Alface	<i>Me</i>	<i>M. incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4	Gomes (1999)
Batata	<i>Rmc1</i> ( <i>Solanum bulbocastanum</i> ) <i>MfaXIIspl</i> ( <i>Solanum sparsipilum</i> )	<i>M. chitwoodi</i> ; <i>M. hapla</i> ; <i>M. fallax</i> ; <i>M. incognita</i>	Brown et al. (1996); Janssen et al. (1997); Kouassi et al. (2006).
Cenoura	<i>Mj-1</i>	<i>M. incognita</i> ; <i>M. javanica</i>	Boiteux et al. (2000)
Pimenta e pimentão	<i>Me1</i> ; <i>Me3</i> ; <i>Me4</i> ; <i>Me7</i> ; <i>Mech1</i> ; <i>Mech2</i> , <i>N</i>	<i>M. arenaria</i> ; <i>M. incognita</i> ; <i>M. javanica</i>	Djian-Caporalino et al. (2007)
Tomate	<i>Mi-1-Mi-9</i>	<i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> e <i>M. javanica</i>	Watts (1947); Yaghoobi et al. (1995)

O gene *Mi* em tomateiro confere resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (COOK, 1991; GILBERT; MCGUIRRE, 1956). Contudo, este não contempla resistência a *M. enterolobii* (CARNEIRO et al., 2006) e apresenta pouco efeito para *M. hapla* e alguns isolados virulentos de *M. incognita* e *M. arenaria*. Além disso, seu efeito em temperaturas altas (acima de 28 °C) pode ser quebrado (ROBERTS; THOMASON, 1986; ROBERTS et al., 1990). Este gene foi descoberto há mais de 60 anos em um acesso de tomateiro selvagem [*Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill.] (WATTS, 1947) e até hoje os programas de melhoramento do país utilizam esta importante fonte

para o desenvolvimento de cultivares de tomateiros resistentes ao gênero *Meloidogyne*.

Aliado ao desenvolvimento de cultivares resistentes, plantas silvestres pertencentes à família solanaceae têm sido estudadas na Embrapa Hortaliças em relação à resistência a doenças de solo, como murcha bacteriana [*Ralstonia solanacearum* (Smith.) Yabuuchi et al.], murcha de fitóftora (*Phytophthora capsici* Leonian), murcha de fusário (*Fusarium* spp. Link ex Grey) e principalmente a nematoides (MATTOS et al., 2011; PINHEIRO et al., 2011), constituindo-se em potencial uso como porta-enxerto resistente a estes pa-

tógenos, principalmente *M. enterolobii* Yang e Eisenback. Todavia, o conhecimento dos genes envolvidos nas reações de resistência das solanáceas silvestres avaliadas ao nematoide-das-galhas e os mecanismos de defesa envolvidos nestas interações necessitam de estudos mais aprofundados, assim como estudos de compatibilidade com jiló, berinjela, tomate e pimentão para uso como porta-enxerto.

Os danos causados por nematoides em hortaliças podem ser potencializados, visto que existem relatos da interação de espécies do nematoide-das-galhas com importantes patógenos de solo que causam doenças de importância em hortaliças, como *Sclerotium rolfsii* Sacc.,

*Ralstonia solanacearum*, *Erwinia carotovora* (Jones) Holland., *Fusarium* spp. Link ex Grey, *Fusarium solani* (Martius) Saccardo, *Pythium* Pringsheim, dentre outros (Tabela 5).

Dentre as espécies de nematoides com potencial ameaça às hortaliças no Brasil, incluem-se algumas quarentenárias, que necessitam de cuidados por parte de órgãos governamentais, como a Embrapa Quarentena e órgãos de defesa fitossanitária, para que estas não entrem no país a curto, médio e longo prazo. Na Tabela 6 encontram-se alguns nematoides de importância quarentenária para as hortaliças cultivadas no Brasil, de acordo com a Instrução Normativa nº 41, de 01 de julho de 2008 (BRASIL, 2008).

**Tabela 5.** Interação de algumas espécies de nematoides com patógenos em hortaliças.

Patógeno	Hortaliça	Nematoide	Referência
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Quiabeiro	<i>M. javanica</i>	CHARCHAR; LOPES, (1995)
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Batata	<i>M. incognita</i>	BEKHET et al., (2010)
<i>Erwinia carotovora</i>	Cenoura	<i>M. incognita</i>	SOWMYA; RAO, (2011)
<i>Fusarium</i>	Tomate	<i>M. javanica</i> e <i>M. incognita</i>	BERGESON et al., (1970); MORRELL; BLOOM, (1981)
<i>Verticillium dahliae</i>	Batata	<i>M. hapla</i>	MACGUIDWIN; ROUSE, (1990)
<i>Fusarium solani</i>	Pimenta	<i>M. incognita</i>	AHMED; SHAHAB, (2013)

**Tabela 6.** Espécies de nematoides quarentenários de importância para hortaliças no Brasil.

<b>Espécie</b>	<b>Hortaliças</b>
<i>Belonolaimus longicaudatus</i>	Batata, Batata-doce, Beterraba, Melão e Tomate
<i>Ditylenchus destructor</i> , <i>D. dipsaci</i> (todas as raças, exceto as do alho)	
<i>Globodera rostochiensis</i> , <i>G. pallida</i>	
<i>Heterodera schachtii</i>	
<i>M. fallax</i> , <i>M. chitwoodi</i>	
<i>Nacobbus aberrans</i> , <i>N. dorsalis</i>	
<i>P. scribneri</i>	

Fonte: Brasil (2008).

The background of the entire page is a collage of various micrographs showing different nematode species and their life stages. The images include: a field of small, dark, oval-shaped eggs or early-stage larvae; a large, pear-shaped nematode with a granular internal structure; a long, thin, curved nematode; a C-shaped nematode with a distinct head and tail; a large, circular nematode with a thick body wall; and a tightly coiled, spiral-shaped nematode. The text is overlaid on the top right portion of this collage.

# ***PARTE 2***

## ***Ciclo de Vida, Sobrevivência e Disseminação dos Principais Gêneros de Nematoides em Hortaliças***

A presente parte aborda o ciclo de vida, a sobrevivência e a disseminação dos principais gêneros e espécies de nematoides de importância para as hortaliças: *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus reniformis*, *Ditylenchus dipsaci* e *Scutellonema bradys*.



## Capítulo 1

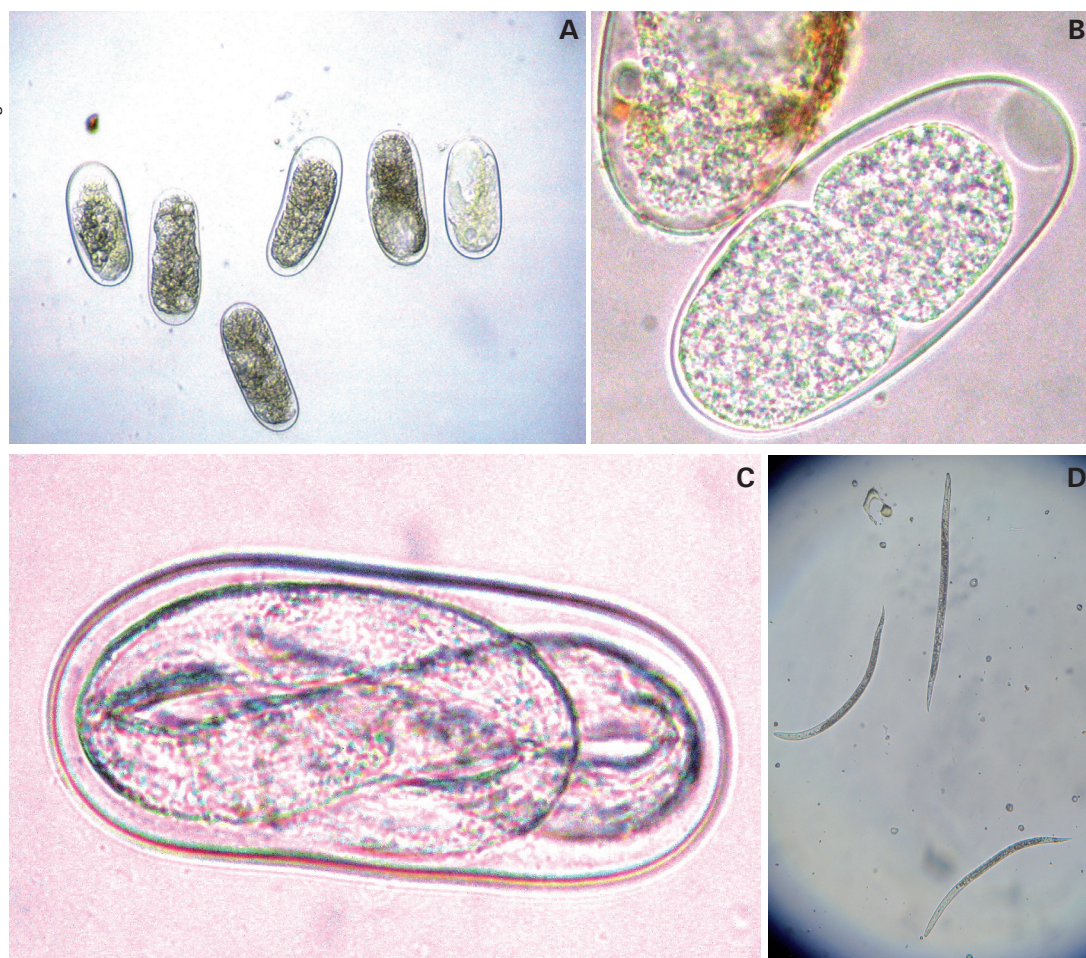
### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

Mais de 100 espécies do nematoide-das-galhas já foram descritas no mundo, algumas com a presença de raças (KARSSSEN, 2013). Variações de patogenicidade são observadas em populações geograficamente isoladas de *Meloidogyne*. Aspectos morfológicos, como a configuração perineal da fêmea, o comprimento do estilete, a região labial dos machos, a caracterização isoenzimática e outros caracteres moleculares, bem como a planta hospedeira e o local de coleta da espécie, são propriedades importantes para a sua identificação.

Porém, as espécies que causam danos severos em hortaliças no Brasil

são representadas por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. ethiopica* e *M. enterolobii*. *M. hapla*, que ocorrem em áreas isoladas do país, mais precisamente em regiões de temperaturas mais amenas e frias.

O nematoide-das-galhas apresenta atividade durante todo o ano em climas quentes e solos úmidos, já em climas mais frios o ciclo de vida é mais longo. As espécies do nematoide-das-galhas são parasitas obrigatórios de raízes e de caules subterrâneos. Os estádios de desenvolvimento vermiformes ou juvenis de segundo estágio (J2) (Figura 1D) são as formas de vida móveis no solo



**Figura 1.** Parte do ciclo de vida do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.): A - ovos nos primeiros estádios embriogênicos; B - ovo em fase de divisão; C - formação do juvenil de 1º estágio no interior do ovo e D - juvenil de 2º estágio eclodido.

que infectam as raízes de hortaliças quando as condições são favoráveis, como temperatura, umidade e presença de hospedeiros suscetíveis.

Ao penetrarem nas raízes, os juvenis movimentam-se para as proximidades dos vasos condutores e se tornam sedentários. Com o desenvolvimento no interior das raízes até

a fase adulta, passam por sucessivas ecdises (troca de cutícula ou revestimento externo do corpo dos nematoides) e alterações na sua forma, passando da fase vermiforme para a forma referida como “salsicha” (Figura 2A, B e C) até se tornarem adultos. No caso das fêmeas apresentam formato de “cabaça” ou “piriforme” (Figura 2C).

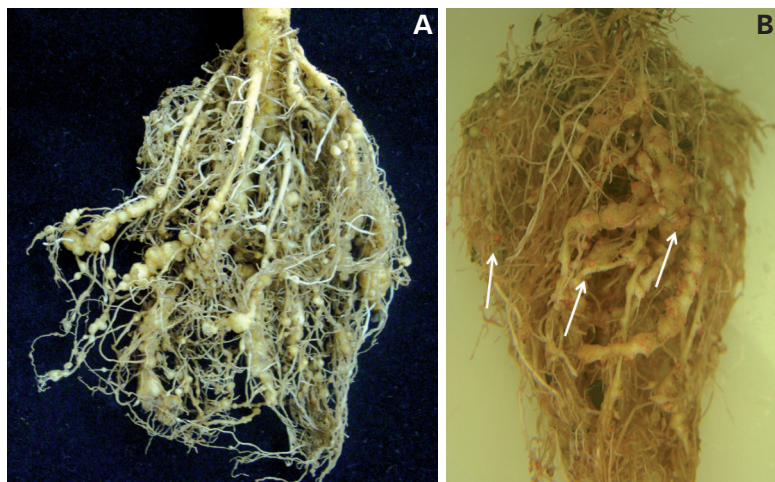


Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Parte do ciclo de vida do nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). A - juvenil de 3º/4º estágio; B - fêmea jovem; C - fêmea adulta; D - formação de macho e E - macho adulto.

Enquanto os juvenis se desenvolvem, em resposta à introdução de substâncias produzidas pelas suas glândulas esofagianas nos tecidos das raízes da planta, ocorre aumento no tamanho e no número das células das raízes parasitadas, que resulta num engrossamento denominado “galha” (Figura 3A). Na fase adulta, o macho geralmente sai da raiz e não

mais parasita a planta. Os machos adultos destes nematoides são vermiformes e não se alimentam (Figura 2E). Já a fêmea continua seu desenvolvimento até assumir formato globoso e piriforme (Figura 2C) e, posteriormente, produz uma massa de ovos que geralmente permanece fora da raiz, podendo ser vista a olho nu (Figura 3B).



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

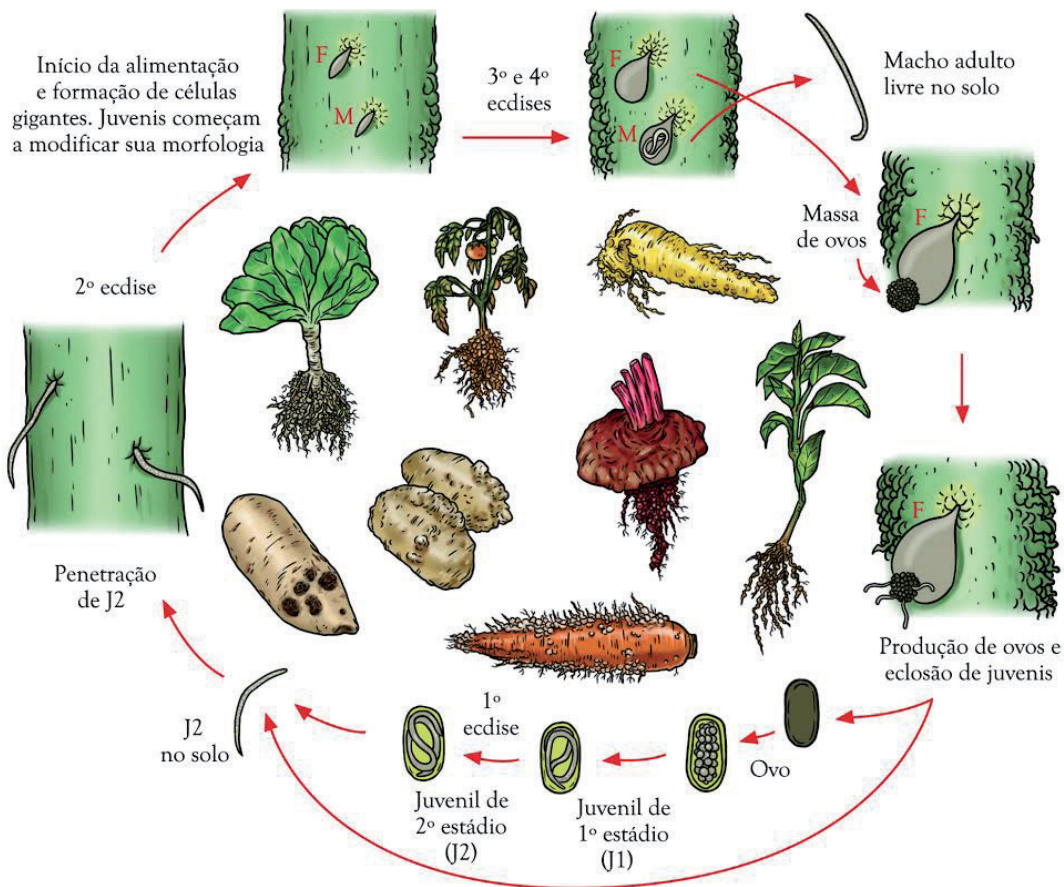
**Figura 3.** Sintomas em raízes infectadas pelo nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* sp.): A - galhas e B - massa de ovos (setas brancas nos pontos vermelhos).

As massas contêm em média de 500 a 1.000 ovos envolvidos por uma substância gelatinosa que os protege contra dessecação e outras condições desfavoráveis. Em determinadas situações, como altas temperaturas e hospedeiro altamente suscetível, o número de ovos produzidos nesta massa pode ultrapassar a 2.000 unidades.

Dentro de cada ovo ocorre a formação do juvenil de primeiro estágio (J1) (Figura 1C), que sofre uma ecdise

e se transforma em juvenil de segundo estágio (J2), ainda no interior do ovo. Este representa a forma infectiva que eclode do ovo, vai para o solo ou diretamente infecta outra raiz, passando por mais três ecdises até chegar a fase adulta, completando o ciclo em torno de 21 a 45 dias, a depender das condições climáticas e da espécie de nematoide envolvida, com possibilidade de ser completado em até 70 dias no inverno. A dinâmica do ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. é apresentada na Figura 4.

Ilustração: Vanessa Reyes



**Figura 4.** Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. em hortaliças.

Os J2 e os ovos são estádios destas espécies que podem sobreviver no solo com umidade adequada. Podem, também, entrar em estado de dormência em condições desfavoráveis, principalmente quando o solo estiver seco e sem plantas hospedeiras. Em climas quentes, quatro ou cinco gerações do nematóide podem se desenvolver em uma única estação de crescimento da cultura.

A sobrevivência do nematóide-das-galhas e a realização do ciclo de vida dependem do crescimento bem-sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais. Os machos participam menos do ciclo de vida em relação às fêmeas, uma vez que a maioria das espécies se reproduz por partenogênese, sem haver a necessidade de cópula.

*Meloidogyne* tem uma ampla gama de hospedeiros entre plantas

cultivadas. Na entressafra, se as condições ambientais forem favoráveis, estes podem sobreviver em muitas plantas infestantes, como a falsa-serralha (*Emilia fosbergii* Nicolson), juá-bravo (*Solanum sisymbriifolium* Lam.), caruru (*Amaranthus hybridus* L.), arrebenta-cavalo (*Solanum aculeatissimum* Jacq.), melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.), entre outras.

Devido ao fato de os nematóides se moverem lentamente no solo, onde a distância percorrida durante o ciclo provavelmente não exceda poucos centímetros, sua principal forma de disseminação é a passiva, dada pela movimentação do solo, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e, principalmente, por mudas contaminadas. Esta última é responsável pela contaminação de áreas a longas distâncias.



## Capítulo 2

### Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus* spp.

**E**xistem mais de 70 espécies de *Pratylenchus* distribuídas mundialmente com parasitismo em diferentes culturas (CASTILLO; VOVLAS, 2007). Essas espécies apresentam ampla gama de hospedeiros e distribuição generalizada nas diversas regiões de clima tropical, subtropical e temperado. No Brasil, as mais importantes em hortaliças são *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa e *P. coffeae*, considerando a distribuição geográfica e o número de espécies vegetais hospedeiras.

Mais de 300 plantas de diferentes famílias botânicas já foram relacionadas como hospedeiras de *Pratylen-*

*chus* spp., causando danos severos em diversas culturas de importância econômica, como soja, feijão, algodão, milho, especialmente na região do Cerrados. Recentemente, vem representando como grande ameaça a hortaliças, principalmente a cultivos de tomate, pimentão, mandioquinha-salsa e batata.

A intensificação dos cultivos, o plantio em extensas áreas no país, a ausência de rotação de culturas e a rotação ou sucessão de plantas hospedeiras têm contribuído para sua importância nos últimos anos.

Os sintomas causados por nematoides do gênero *Pratylenchus* não são específicos, podendo ser facil-

mente confundidos com os causados por outros patógenos ou deficiências nutricionais. O principal sintoma é a presença de intensas lesões escuras (necróticas) nas raízes e radículas das plantas parasitadas (Figura 1).

As plantas doentes normalmente se manifestam em reboleiras na lavoura. Fungos e bactérias podem penetrar nessas lesões, potencializando os danos nas raízes e, consequentemente, causando apodrecimento. Além disso, podem apresentar atraso no desenvolvimento, com drástica redução de crescimento em relação às demais.

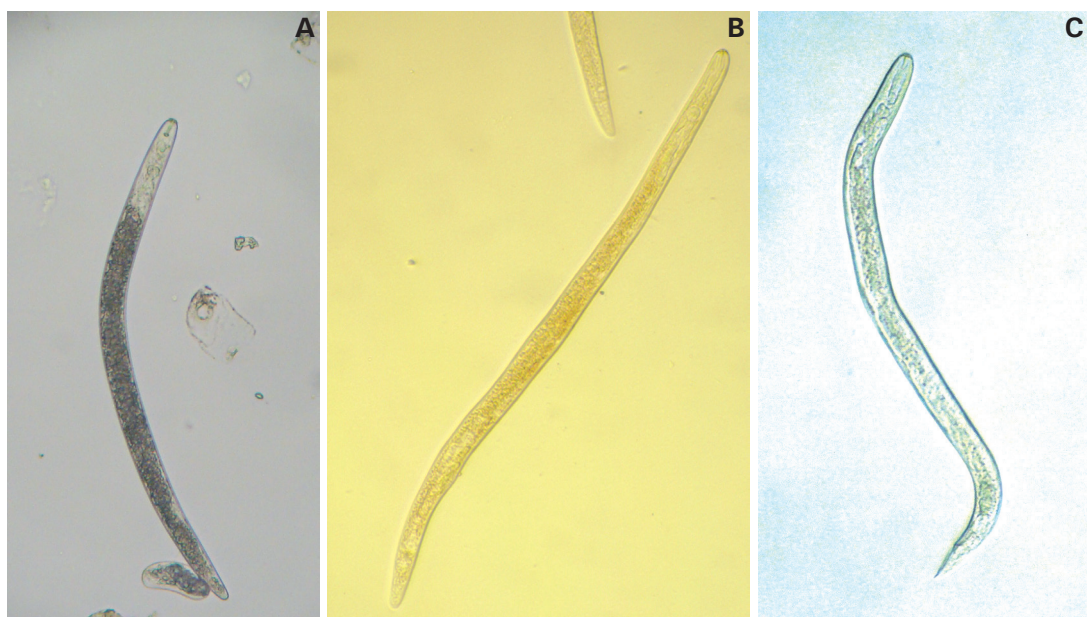
Os danos causados por espécies do gênero *Pratylenchus* são distintos quando comparados com aqueles causados pelos nematoides-das-galhas, basicamente devido às diferenças nos seus hábitos

de alimentação. Os níveis de danos são bastante variáveis e dependem fortemente da espécie de *Pratylenchus*, da planta hospedeira, tipo de solo, manejo adotado pelo produtor, condições climáticas da região, entre outros, podendo variar de 0,05 nematoides cm<sup>3</sup> a 30 nematoides cm<sup>3</sup> de solo. São endoparasitos migradores que causam danos nas raízes devido à alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular. A primeira ecdise de *Pratylenchus* ocorre dentro do ovo, de onde sai o juvenil de segundo estágio. Todos os estágios de desenvolvimento são ativos e vermiformes (Figura 2), podendo penetrar nas raízes das hortaliças cultivadas, de onde migram continuamente nos tecidos intra e intercelular e se reproduzem chegando a alcançar altos níveis populacionais.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Lesões escuras e necróticas nas raízes de mandioquinha-salsa (A) e pimentão (B) causadas pelo ataque do nematoide-das-lesões-radulares.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

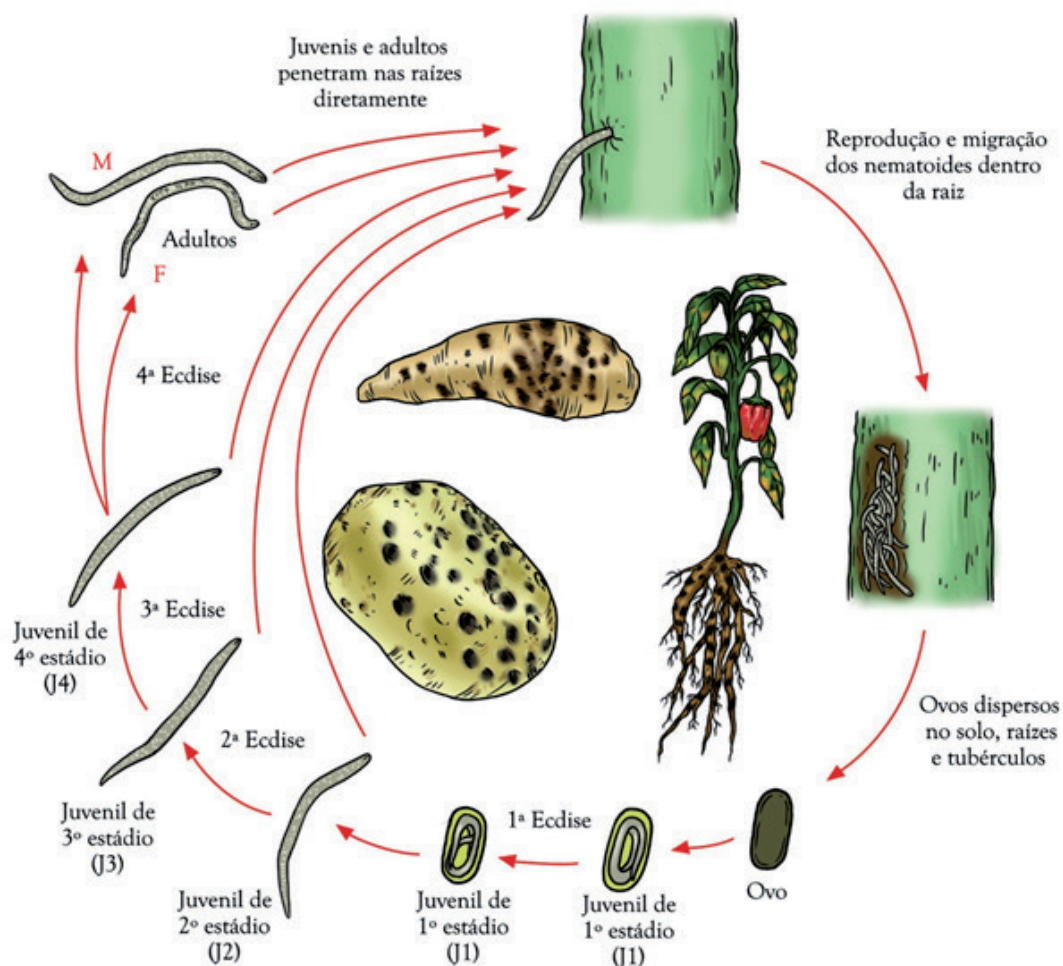
**Figura 2.** Nematóides-das-lesões-radiculares: A - juvenil; B - fêmea e C - macho.

Nematóides do gênero *Pratylenchus* permanecem migradores durante todo o ciclo de vida e se movimentam ativamente no solo até encontrar as raízes da planta hospedeira, onde penetram e migram no córtex radicular, podendo retornar ao solo (Figura 3). As fêmeas depositam seus ovos isoladamente ou em grupos no solo ou nas raízes. Cada fêmea produz, em média, cerca de 80 a 150 ovos durante toda a vida.

Dependendo das condições ambientais, o ciclo de vida de *Pratylenchus* varia de 3 a 4 semanas. Este tempo varia em função da temperatura, umidade, planta hospedeira e da espécie de *Pratylenchus*. Centenas de plantas daninhas são

hospedeiras dos nematóides-das-lesões-radiculares, principalmente dentro da família das gramíneas, e podem contribuir para manutenção e o aumento dos níveis populacionais no campo.

Um dos principais fatores responsáveis pela distribuição e disseminação de nematóides do gênero *Pratylenchus* é a textura do solo (JORDAAN et al., 1989). Solos com textura arenosa ou média, geralmente, favorecem a maioria das espécies do gênero. Outro fator que favorece o ciclo de vida do nematoide é a umidade do solo, onde 70% a 80% da capacidade de campo representam condições ótimas para o nematoide (WALLACE, 1973).



**Figura 3.** Ciclo de vida do nematoide-das-lesões-radiculares em hortaliças.

## Capítulo 3

### Nematoide-reniforme – *Rotylenchulus reniformis*

**R**otylenchulus reniformis Linford & Oliveira, conhecido vulgarmente pelo nome de nematoide-reniforme devido ao aspecto morfológico que a fêmea adulta possui, ou seja, formato de um ‘rim’, é o nematoide que apresenta grande importância para a cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e maracujá (*Passiflora edulis* Sims). Esta espécie apresenta ampla gama de plantas hospedeiras podendo causar danos em hortaliças como melão (*Cucumis melo* L.), melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] e tomate (*Solanum lyco-*

*persicum* L.) e em casos isolados atacar outras hortaliças cultivadas.

O nematoide-reniforme se reproduz por anfimixia, ou seja, por reprodução cruzada. Todas as formas de vida de *R. reniformis* como ovos, juvenis, machos (Figura 1) e fêmeas imaturas são encontradas no solo.

A fêmea é semi-endoparasita sedentária com parasitismo na superfície externa das raízes. Juvenis de segundo estágio (J2) eclodem do ovo e se movimentam no solo até sofrerem mais três ecdises. Depois da última ecdise, fêmeas imaturas vermiformes encontram as raízes e se inicia o parasitismo, constituindo-se a forma infectiva para essa espécie.

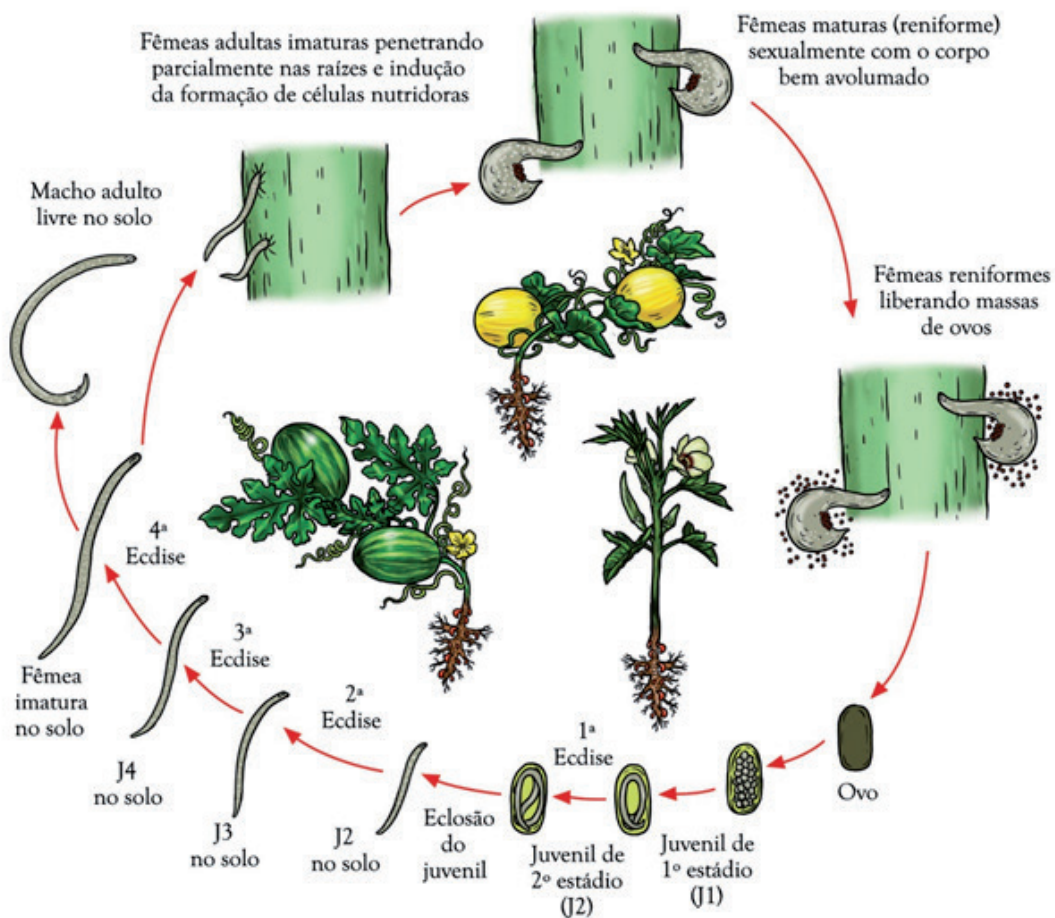


**Figura 1.** Macho de *Rotylenchulus reniformis*.

Assim, durante a penetração, as fêmeas imaturas causam a destruição de células da epiderme, resultando em lesões necróticas pequenas. Com a movimentação da sua região anterior (cabeça da fêmea) através do pa-

rênquima cortical, ocorre a morte de células das raízes e a fêmea imatura alcança a endoderme e o periciclo, onde estabelece seu sítio de infecção no floema. Com o passar do tempo, o corpo da fêmea incha e fica com formato de rim. A fêmea permanece no sítio de alimentação por toda a vida (Figura 2). Dessa forma, ocorre necrose do floema e o colapso da região do córtex, o que gera crescimento reduzido do sistema radicular e consequente redução no crescimento das plantas. A fêmea deposita em média 50 ovos em uma massa que fica presa a sua região posterior, externamente à raiz. O ciclo de vida de ovo a ovo varia de 17 a 29 dias, a depender da espécie hospedeira, tipo de solo e condições ambientais como temperatura do solo e umidade.

*Rotylenchulus reniformis* multiplica-se bem em plantas como maxixe (*Cucumis anguria* L.), abacaxi (*Ananas comosus* L.), feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp], banana (*Musa* spp. L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e plantas daninhas pertencentes às famílias Malvaceae e Cucurbitaceae.



**Figura 2.** Ciclo de vida de *Rotylenchulus reniformis* em hortaliças.



## Capítulo 4

### Nematoide-do-amarelão-do-alho – *Ditylenchus dipsaci*

**D***itylenchus dipsaci* (Figura 1) foi introduzido no Brasil no Estado de Santa Catarina no final da década de 1970, por intermédio de alho (*Allium sativum* L.) importado de outros países da América do Sul (CHARCHAR et al., 1980). Infec-tam mais de 450 plantas de diferen-tes famílias botânicas (GOODEY et al., 1965), algumas de grande impor-tância econômica, como alfaça (*Me-dicago sativa* L.), gladiolo (*Gladiolus hortulanus* L. H. Bailey), milho (*Zea mays* L.) e centeio (*Secale cereale* L.). Em hortaliças, os problemas no Bra-sil são representados principalmente pela cultura do alho nas regiões Sul e Sudeste, e em alguns casos, em cul-tivos de cebola em algumas regiões isoladas no país.



**Figura 1.** Nematoide-do-amarelão-do-alho: A - juvenis e adultos e B - macho.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro

Enquanto as plantas são jovens e os tecidos encontram-se tenros, plantas de alho e de cebola podem ser invadidas em quase todos os pontos por *D. dipsaci*. Quando a planta encontra-se na fase adulta (madura), os nematoides penetram geralmente na placa basal do bulbo (prato).

Danos às plantas de alho e de cebola são atribuídos à atividade de alimentação do nematoide no parênquima cortical, pois este migra através do tecido, entre e dentro das células.

O ciclo de vida de *D. dipsaci* geralmente varia de 19 a 23 dias a 15 °C. A penetração nas plantas pode ocorrer pelos estômatos, lenticelas ou pelo ponto de emissão das radículas em crescimento. A reprodução ocorre por anfimixia e as fêmeas depositam, geralmente, de oito a dez ovos por dia, durante 25 a 30 dias, totalizando cerca de 200 a 500 ovos. Machos e fêmeas vivem aproximadamente de 45 a 73 dias, a depender da temperatura e da umidade.

Em relação à dinâmica de movimentação de *D. dipsaci*, o bulbilho do alho possui, antes do plantio, 95% dos nematoides na folha protetora e o restante na região de abscisão com o disco. No início da brotação se deslocam até a nova planta, encontrando-se aos 15 dias após o plantio cer-

ca de 30% nas folhas novas e o restante ainda nas folhas de proteção do bulbilho. Aos 30 dias, 90% dos nematoides se encontram na parte inferior do pseudocaule da planta, desaparecendo da folha de reserva do bulbilho, que começa a se decompor. Aos 90 dias, aproximadamente 95% dos nematoides encontram-se na parte aérea e, a partir deste momento, começam a deslocar para o bulbo. Quando o bulbo está formado, 90% dos nematoides já estão localizados neste, geralmente nas folhas de proteção quando o ataque é leve ou, em todos os tecidos da planta, quando é severo (BURBA, 1983) (Figura 2).

Em geral, juvenis de quarto estágio (J4) são encontrados quase que exclusivamente nas folhas de proteção, sendo ausentes nas folhas de reserva. As plantas infectadas apresentam geralmente manchas marrons ou amareladas devido a descolorações nos tecidos, além de inchaço acima do bulbo no pseudocaule, ficando com formato de charuto. Os bulbos de alho armazenados e infectados normalmente apresentam aparência esbranquiçada e uma textura farinhenta.

Em cebola, quando o bulbo se forma, os nematoides migram para baixo intercelularmente ou superficialmente e entram nas túnicas dos bulbos. Quando infectada, mostra

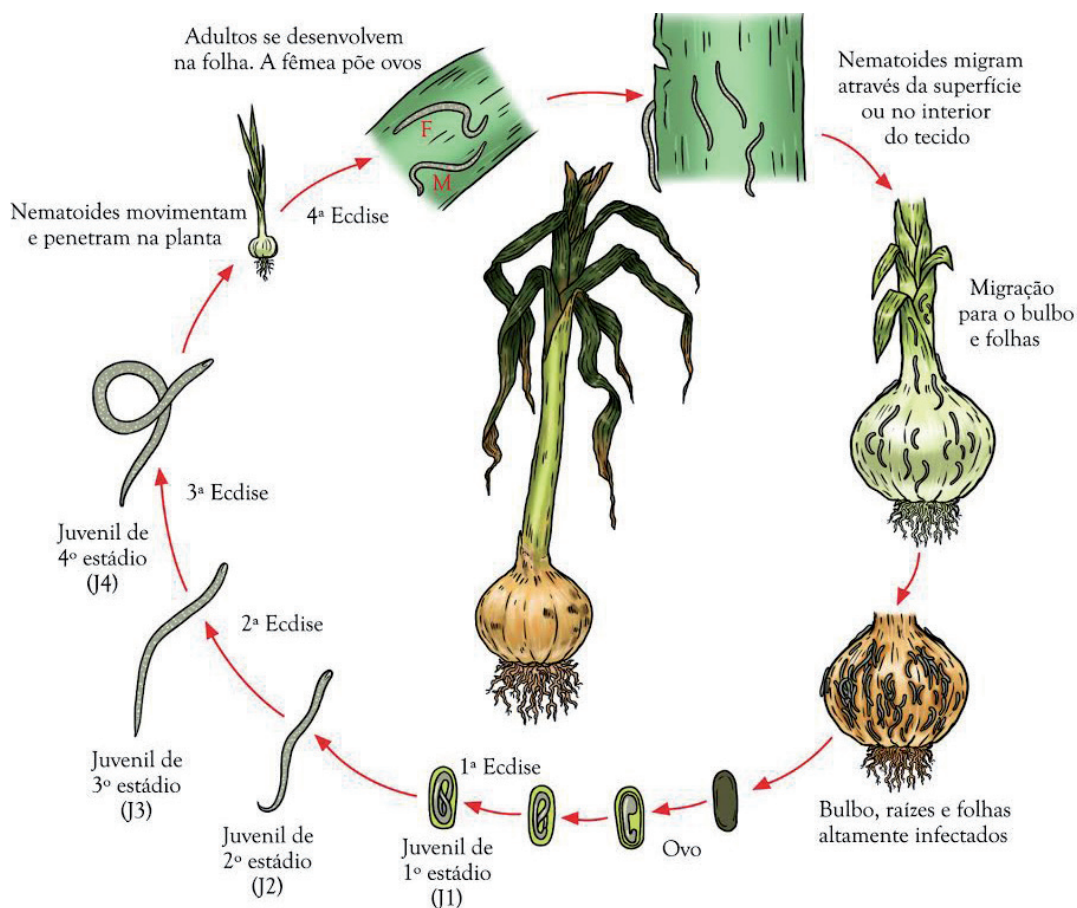


Ilustração: Vanessa Reyes

**Figura 2.** Ciclo de vida de *Ditylenchus dipsaci* na cultura do alho.

anéis descoloridos ou farináceos. Os juvenis podem sobreviver nos bulbos de alho e de cebola que restaram no campo (Figura 3).

O juvenil de quarto estágio é o principal estágio de sobrevivência, apesar de nematoides em outros estágios do ciclo de vida possam entrar em anidrobiose, ou seja, dormência e desidratação, com paralisação de suas atividades, até que condições ideais voltem a ocorrer, e o nema-

toide se desenvolva e entre em atividade normalmente. As condições adversas são superadas pelos nematoides alojados em fragmentos de tecidos, sementes ou solo, desde o congelamento até a extrema seca, por longos períodos.

A umidade do solo parece afetar tanto o movimento de nematoides quanto a sua longevidade. Durante períodos de precipitação ou irrigação da cultura, os nematoides



**Figura 3.** Plantas de alho atacadas por *Ditylenchus dipsaci*.

tornam-se ativos, movem-se até as raízes da planta mediante película de água e entram nas folhagens novas através dos estômatos.

Chuvas, água de irrigação, movimento de máquinas agrícolas e beneficiamento do alho e de cebola (restos do processamento do alho e da cebola), também, causam disseminação do nematoide de uma área para outra. Porém, a principal forma de disseminação de *D. dipsaci* é por meio de tecidos vegetais (sementes, bulbos e bulbilhos infectados), além de pequenas partículas de solo que

acompanham materiais de alho e de cebola.

A disseminação de *D. dipsaci* geralmente é mais lenta em solos argilosos ao comparar com os solos arenosos. As densidades populacionais em solo flutuam ao longo do tempo, a depender do tipo de solo, condições climáticas, cultivar plantada e plantas hospedeiras presentes. Geralmente, níveis de danos são detectados com populações de dez juvenis e/ou adultos por 500 g de solo.

*Ditylenchus dipsaci* apresenta um complexo de raças, as quais são identificadas por plantas diferenciadoras. Muitas são específicas de determinado hospedeiro, enquanto outras têm uma ampla gama de hospedeiros.

De 11 a 30 raças biológicas de *D. dipsaci* já foram relatadas por diversos autores (SEINHORST, 1956; STURHAN, 1971; METLITSKY, 1972; DECKER, 1981; GUBINA, 1988) (Tabela 1), cada uma é denominada em função do hospedeiro preferencial ou devido à planta em que foi detectado pela primeira vez. Vale salientar que misturas de duas ou mais raças podem ocorrer no mesmo campo.

No Brasil, ocorre somente a raça alho que eventualmente parasita a cebola. Todas as demais raças são pragas quarentenárias.

**Tabela 1.** Hospedeiros diferenciadores de raças de *Ditylenchus dipsaci*, segundo Metlisky (1972).

Raças	Hospedeiros diferenciadores										
	Cardo	Trevo Vermelho	Alfafa	Ervilha	Batata	Narciso	Jacinto	Tulipa	Morango	Flox	Aveia
Cardo	+++	--	0	--	0	-	-	0	+++	0	++
Trevo Vermelho	0	+++	++	--	++	+	+	+	+++	0	+
Trevo Branco	0	--	+	--	0	+	0	++	0	--	+
Alfafa	--	++	+++	++	+	--	+	+++	0	--	+
Centeio	++	--	0	++	+	--	--	--	0	++	++
Aveia	++	++	+	++	++	-	++	++	0	0	++
Cebola	+	+	+	++	+	+	--	--	++	0	--
Batata I	--	--	-	++	++	0	0	--	++	0	++
Batata II	--	--	0	++	++	-	0	0	0	0	--
Jacinto	0	0	0	0	0	+	++	+	++	0	--
Narciso	--	++	+	0	+	++	+	++	++	--	++
Tulipa	0	++	++	0	0	++	++	++	++	++	++
Beterraba	+	0	++	++	0	0	0	0	--	++	++
Flox	0	++	0	++	--	--	--	0	--	++	--
Morango	--		++	++	+	+	+	--	++	--	--

Grau de infestação e multiplicação: (+ + +) infestação e multiplicação severas; (+ +) infestação e multiplicação moderadas; (+) infestação moderada, sem multiplicação; (--) infestação e multiplicação fracas; (-) infestação fraca, sem multiplicação; (0) sem infestação.



## Capítulo 5

### Nematoide-da-casca-preta-do-inhame – *Scutellonema bradys*

O nematoide-da-casca-preta-do-inhame, cuja espécie é *Scutellonema bradys* (Steiner; Lehw) Andrassy (Figura 1), ocorre amplamente no Continente Africano, principalmente em países como Nigéria, Camarões e outros. No Brasil é bastante comum em cultivos na região Nordeste. É um problema potencial em cultivos de inhame-cará [*Colocasia esculenta* (L.) Schott.], inhame-cará (*Dioscorea alata* L.) e mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.), porém, pode atacar hortaliças como tomate (*Solanum lycopersicum* L.), quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.], batata (*Solanum tuberosum* L.) e melão (*Cucumis melo* L.). Também

ocorre em outras culturas como feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.], feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] e gergelim (*Sesamum indicum* L.).



Foto: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Nematoide-da-casca-preta-do-inhame.

Sua principal forma de dispersão é por meio das túberas contaminadas ou partes delas (Figura 2).



**Figura 2.** Lesões necróticas e escuras em túberas de inhame devido à infestação por *Scutellonema bradys*.

A reprodução de *S. bradys* geralmente ocorre por anfimixia. O ciclo de vida varia de 16 a 28 dias, conforme temperatura e umidade do solo. É um endoparasito migrador, sendo todos os estádios de vida capazes de penetrar nas túberas e ra-

dicelas, dando início ao processo de infecção (Figura 3).

Um fator importante é que a taxa de reprodução de *S. bradys* pode ocorrer mesmo em túberas de inhame já colhidas e armazenadas. O principal sintoma da infecção são as áreas necrosadas espalhadas por toda túbera. Estas áreas são geralmente escuras e pouco profundas e afeta principalmente a qualidade do produto colhido. Em geral *S. bradys* interage com outra espécie de nematoide, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, sendo comum a ocorrência simultânea destas duas espécies na cultura do inhame.

*Eupatorium* L. (Eupatório), *Synedrella* Gaertn (Folha de feiticeira) e *Chromolaena* L. (mata-pasto) são gêneros de espécies de plantas daninhas excelentes hospedeiras de *S. bradys* (Steiner; Le Hew) Andrassy.

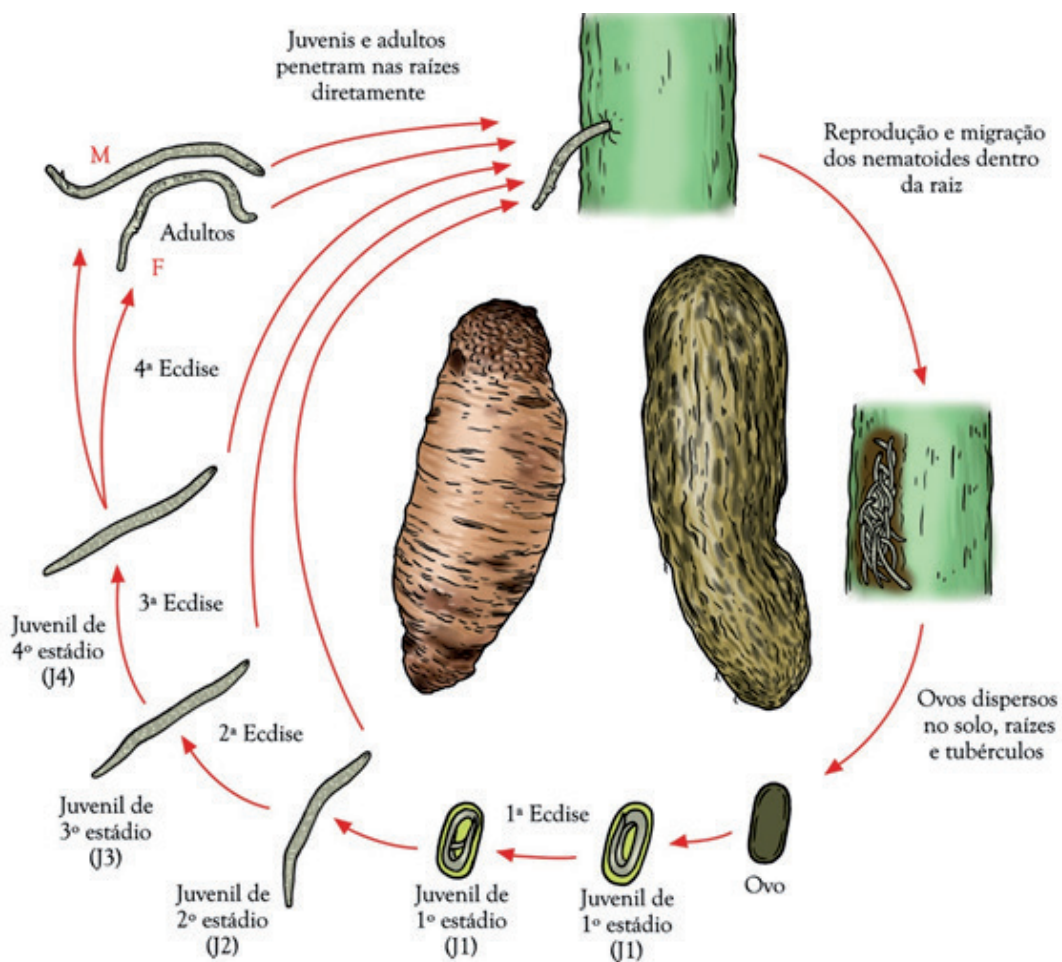


Figura 3. Ciclo de vida de *Scutellonema bradys*.



# PARTE 3

## *Hortalças Folhosas e Frutos*

Nesta parte serão apresentadas as principais espécies de hortalças folhosas e de frutos classificadas de acordo com suas partes comestíveis (FILGUEIRA, 2003) e os seus principais gêneros e espécies de nematoides que são problemas. Os capítulos foram agrupados com hortalças pertencentes a mesma família botânica, portanto, sujeitas aos mesmos problemas nematológicos.





## Capítulo 1

### Abóboras, morangas, pepino, chuchu e maxixe

A família *Cucurbitaceae* compreende aproximadamente 100 gêneros com mais de 800 espécies silvestres e cultivadas, distribuídos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. A maioria das espécies é de regiões quentes do leste e do sul da África, mas o importante gênero *Cucurbita* é nativo das Américas.

Dentre as espécies cultivadas no Brasil destacam-se abóboras e abobrinhas (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir.), morangas (*Cucurbita maxima* Duchesne), abobrinhas-de-árvore (*Cucurbita pepo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), maxixe (*Cucumis anguria* L.) e chuchu [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz].

As abóboras e morangas são cultivadas em todo o Brasil. As cidades de Cordisburgo e Paracatu no estado de Minas Gerais destacam-se pela produção do híbrido do tipo tetsukabuto ou kabutiá. Já a cidade de Paripiranga no estado da Bahia é grande produtora de abóboras de variedade local tipo Maranhão, Sergipana e Jacarezinho. No caso do pepino, existem diversas cidades tradicionais produtoras nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. O pepino japonês é muito produzido em cultivo protegido em São Paulo, com destaque para a região de Santa Cruz do Rio Pardo.

Entretanto, o cultivo intensivo deste grupo de hortaliças tem con-

tribuído para a ocorrência de diversas doenças, dentre estas a ocorrência de nematoides, com prejuízos significativos em cultivos com alta infestação. Apesar da pouca mobilidade natural dos nematoides, o constante movimento do solo nas áreas de lavouras tem favorecido a sua disseminação.

### **Nematoide-das galhas – *Meloidogyne* spp.**

Os nematoides-das-galhas do gênero *Meloidogyne* spp. são bastante destrutivos para todas as espécies de cucurbitáceas cultivadas. Galhas e danos em raízes de cucurbitáceas foram primeiramente relatados em pepinos em cultivo protegido na Inglaterra em 1855 (BERKELEY, 1855). Espécies do gênero *Meloidogyne* ocorrem em todo o mundo com grande importância em áreas tropicais e subtropicais, com destaque para as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, as quais são as mais importantes em cultivos de cucurbitáceas e de maior ocorrência no Brasil.

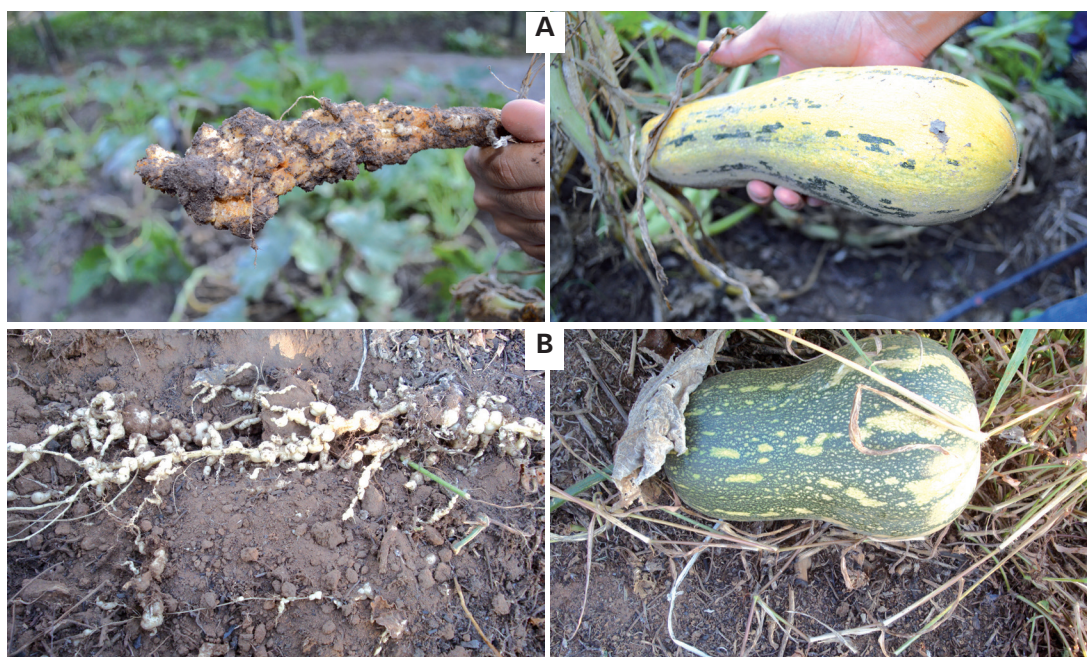
### **Sintomas**

Em cucurbitáceas, na parte aérea das plantas normalmente ocorrem clorose, redução no tamanho e na quantidade de folhas, murchamento excessivo durante as horas mais quentes do dia, e em casos severos

de infestação, ocorre seca das plantas com posterior morte, além de baixa qualidade dos frutos e redução da produtividade. Em abóboras, geralmente as galhas apresentam os tecidos amolecidos, o que difere de outras hortaliças em que os tecidos das galhas são mais firmes. Após a penetração e o desenvolvimento do nematoide no interior das raízes pode-se observar também extensas áreas necróticas no sistema radicular (Figuras 1, 2 e 3).

Vale ressaltar, que mesmo na ausência dos nematoides é comum em cucurbitáceas o murchamento temporário das folhas entre as 11 e 15 horas em dias quentes. E que os sintomas na parte aérea não são exclusivos da infestação por nematoides, porque outros micro-organismos ou a deficiência por algum nutriente podem causar estes sintomas.

Outro tipo de dano menos comum é a obstrução do sistema vascular, que prejudica a absorção de nutrientes pela planta. Dessa maneira, plantas podem apresentar sintomas de deficiência de potássio ou, quando severamente atacadas, podem morrer antes mesmo de produzir frutos. O nematoide-das-galhas também interage com outros patógenos em cultivos de cucurbitáceas como bactérias e fungos que causam podridão radicular e murcha.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Sintomas em abóboras devido à infestação pelo nematoide-das-galhas, *Meloidogyne incognita*: A - abobrinha caserta ou italiana – *Cucurbita pepo* e B - abóbora – *Cucurbita moschata*.

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Sintomas em plantas jovens de abóbora (*Cucurbita* sp.) devido à infestação por *Meloidogyne incognita* em campo naturalmente infestado.

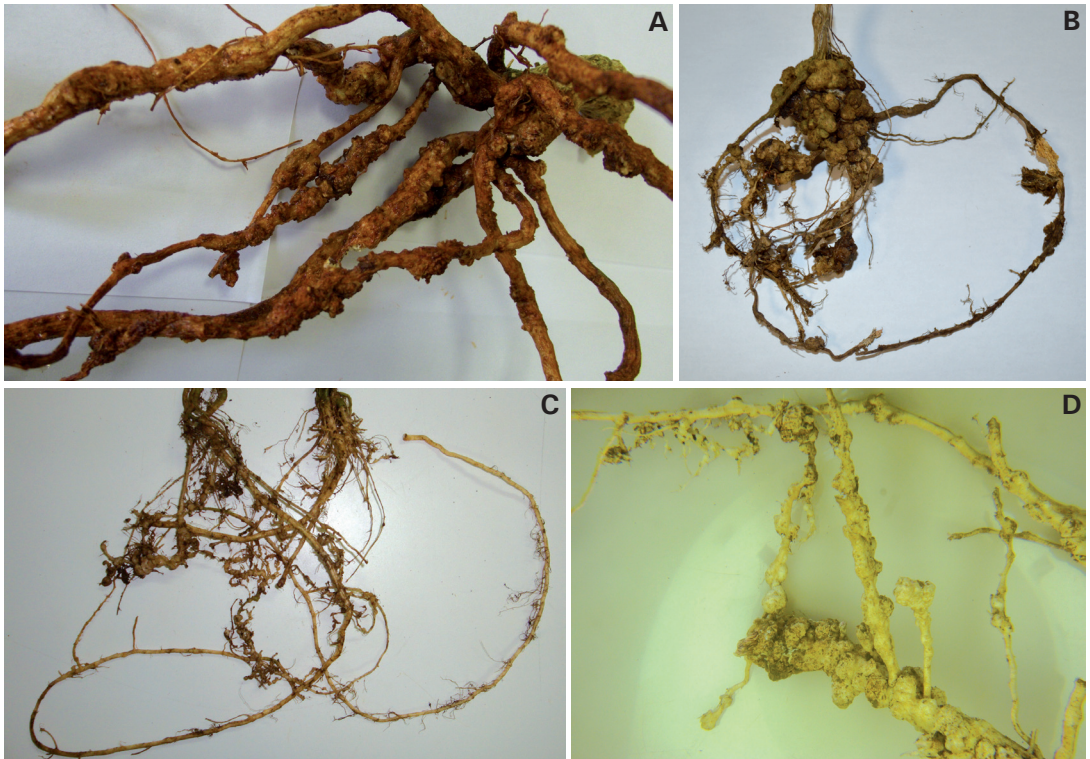
### Nematoide-reniforme – *Rotylenchulus reniformis*

O nematoide-reniforme, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, tem uma ampla gama de hospedeiros e ocorre em muitas áreas tropicais e subtropicais do mundo, inclusive no Brasil.

*Rotylenchulus reniformis* prejudica o rendimento e a qualidade das plantas cultivadas como abóboras e abobrinhas, morangas, pepino e maxixe, limitando o tamanho e a produtividade destas culturas.

### Sintomas

Áreas com manchas irregulares (reboleiras) e plantas cloróticas den-



**Figura 3.** Sintomas em raízes de cucurbitáceas causados por *Meloidogyne* spp.: A - chuchu (*Sechium edule*); B - bucha (*Luffa cylindrica*); C - pepino (*Cucumis sativus*) e D - maxixe (*Cucumis anguria*).

tro de um campo são sintomas dos danos causados pelo nematoide-re-niforme. Este nematoide causa danos no sistema radicular de cucurbitáceas, resultando em crescimento reduzido, amarelecimento da folhagem e murcha sob estresse hídrico. Plantas altamente infectadas com sistemas radiculares danificados comumente apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio, potássio, manganês e outros nutrientes devido à absorção limitada pelas raízes.

### Outras espécies de nematoides

Outras espécies de nematoides são conhecidas por reproduzir em cucurbitáceas, tais como *Belonolaimus longicaudatus* Rau, *Ditylenchus* spp., *Hoplolaimus* spp. von Daday, *Radopholus* spp. Thorne, *Paratylenchus projectus* Jenkins, *Paratricho-dorus* spp. Siddiqi, *Trichodorus* spp. Cobb, *Longidorus* spp. (Micoletzky) Filipjev e *Xiphinema* spp. (Cobb.) Inglis. Entretanto, existe pouca informação sobre a importância econômica dessas espécies em cucurbitáceas.

## Capítulo 2

### Alface e outras hortaliças folhosas

A família Asteraceae engloba principalmente a alface (*Lactuca sativa* L.), o almeirão (*Cichorium intybus* L.) e a chicória (*Cichorium endivia* L.). Durante a cadeia produtiva destas hortaliças, muitos são os fatores bióticos e abióticos que podem afetar a produtividade. Dentre os fatores bióticos destacam-se as doenças causadas por inúmeros agentes etiológicos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides.

Embora as perdas na produtividade devido ao ataque de nematoides sejam relatadas em torno de 10% e 20%, muitos produtores de hortaliças folhosas, principalmen-

te alface, têm observado reduções maiores em suas áreas, bem como na qualidade das hortaliças. Devido à grande maioria das cultivares plantadas apresentarem suscetibilidade aos nematoides, este organismo multiplica-se de forma exponencial durante ciclos sucessivos da cultura.

No Brasil, os problemas em alface e em outras hortaliças folhosas geralmente ocorrem devido à infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), em especial *M. incognita* e *M. javanica*, que são as espécies com maior distribuição nas regiões produtoras. A alta incidência destas espécies é atribuída à capacidade de reprodução em regiões com

ampla variabilidade de temperatura do solo, de 18 °C a 32 °C. Por outro lado, *Meloidogyne hapla* e *M. arenaria* ocorrem em áreas isoladas do país e causam maiores problemas em regiões tropicais e subtropicais.

Outra espécie capaz de causar prejuízos na cultura da alface e em outras hortaliças quando presente em altos níveis populacionais é o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), uma espécie altamente polífaga. Entretanto, as informações sobre os danos desta espécie no crescimento e no rendimento de alface e de outras hortaliças folhosas são limitadas.

### **Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

Quatro raças de *M. incognita* e duas raças de *M. arenaria* ocorrem em cultivos de folhosas. Contudo, as relações hospedeiro-parasita entre estas diferentes raças em alface e em folhosas ainda não são conhecidas.

Dependendo da época do plantio e da temperatura, uma ou duas gerações de *Meloidogyne* spp. por estação de cultivo podem ocorrer. As faixas de temperatura ideais são de 15 °C a 25 °C para *M. hapla* e de 25 °C a 30 °C para *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*. Vale destacar que existe muito pouca atividade para qualquer espécie de *Meloido-*

*gyne* em temperaturas acima de 38 °C ou abaixo de 5 °C. Em geral, os limiares mínimos para a infecção de raízes são de 10 °C para *M. hapla* e de 15 °C a 18 °C para *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*. Em relação ao tipo de solo, os danos causados pelo nematoide-das-galhas são mais graves em solos de textura arenosa em comparação a solos argilosos.

### **Sintomas**

O sintoma mais visível devido à infecção por nematoides é a presença de galhas e inchaços de formato arredondado nas raízes (Figura 1). A observação da presença de galhas no sistema radicular de plantas infectadas é a melhor forma de detectar a presença do nematoide-das-galhas em áreas de cultivo de alface.

As galhas induzidas por *M. hapla* tendem a ser menores e mais esféricas em relação às induzidas por outras espécies de nematoide-das-galhas, que muitas vezes se unem ao longo das raízes. Raízes infectadas são geralmente mais curtas e com menor número de raízes laterais (Figura 2A).

Sintomas adicionais na parte aérea, tais como nanismo das plantas, amarelecimento, cabeças de alface menores e mais leves, bem como folhas mais soltas e murchas podem ocorrer. Em alguns casos, ocorre intenso pendoamento sem haver a for-



Figura 1. Galhas em raízes de alface causadas por *Meloidogyne* spp.



Figura 2. Sintomas em alface devido à infestação por *Meloidogyne incognita*: A - raízes enfraquecidas devido ao intenso ataque e B - plantas com pendoamento excessivo sem haver a formação de cabeças.

mação de cabeças (Figura 22B). Normalmente, são observados no campo sintomas em reboleiras com falhas no estande das plantas que não conseguem cobrir toda área dos canteiros (Figura 3).

Danos à alface estão diretamente relacionados à população inicial do nematoide no solo. Após a penetração do nematoide nas raízes,

a infecção e posterior progresso da doença, pode haver o apodrecimento do sistema radicular devido à abertura de porta de entrada para outros patógenos como fungos e bactérias de solo.

### Outras espécies de nematoides

Outros nematoides como *Aphelelenchoides avenae* Bastian, *Longidorus africanus* Merny, *Longidorus fasciatus* Roca & Lamberti, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Scutellonema bradys* (Steiner; Lehigh) Andrassy, *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Rotylenchus robustus* de Man, *Trichodorus* spp. Cobb e *Xiphinema* spp. (Cobb.) Inglis, também ocorrem em alface e em outras folhosas no Brasil. Entretanto, não apresentam importância econômica para esta cultura.

Foto: Silvío Calazans



**Figura 3.** Reboleiras e falhas no estande em cultivos de alface devido à infestação por *Meloidogyne* sp.

## Capítulo 3

### Berinjela e jiló

Dentre as solanáceas cultivadas a berinjela (*Solanum melongena* L.) e o jiló (*Solanum aethiopicum* Raddi) configuram-se como culturas de grande importância no cenário hortícola. A berinjela é cultivada em maior escala no estado de São Paulo, seguido de Minas Gerais e da região Sul do país. Já o jiloeiro é cultivado principalmente na região Sudeste do Brasil e tem os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais como os principais produtores. Outros estados que apresentam expressiva produção no contexto nacional são: São Paulo e Espírito Santo (CARVALHO et al., 2001).

Estas hortaliças são duas das espécies mais rústicas pertencentes

à família Solanaceae. Mesmo assim, são suscetíveis a doenças que podem causar perdas consideráveis e comprometer a qualidade do produto. Dentre as doenças, o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) tem sido relatado como um dos patógenos mais importantes em berinjela e jiló. As espécies de maior ocorrência nestas hortaliças são *M. incognita*, *M. javanica*, seguidas de *M. enterolobii* e *M. hapla*.

A intensidade de danos causados pelos nematoides em plantios comerciais de berinjela e jiló depende de uma série de fatores, como a espécie presente na área e sua densidade populacional, a cultivar planta-

da, as condições climáticas prevalentes, o tipo de solo e a fertilidade, bem como as culturas anteriores ao plantio destas hortaliças e as práticas agrícolas adotadas.

### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

#### Sintomas

Sintomas de infecções causados pelos nematoides-das-galhas na parte aérea das plantas de berinjela e jiló podem ser observados na forma de nanismo, murcha e clorose, além de deficiência nutricional, tamanho reduzido de frutos e consequentemente baixo rendimento da cultura,

visto que os nematoides afetam diretamente o desenvolvimento das plantas (Figuras 1 e 2).

Geralmente, as galhas em plantas de berinjela e jiló são bem menores quando comparadas com as que ocorrem em outras hortaliças como o tomateiro (Figura 3).

#### Outras espécies de nematoides

Outros nematoides podem ser associados à cultura como: *Aphelenchus avenae* Bastian, *Criconemoide onoensis* (Luc) Luc & Raski, *Ditylenchus* sp. kuhn, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Paratrichodorus minor* (Colbran) Siddiqi, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *P. zaei* Graham, *Psilenchus* sp. deMan, *Tylenchorhynchus contractus* Loof, *Xiphinema* sp. (Cobb.) Inglis.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em cultivos de berinjela causados por *Meloidogyne incognita*: A - galhas; B - crescimento reduzido e C - murcha.



Fotos A, B e C: Jadir Borges Pinheiro. Foto D: Alton Reis.

**Figura 2.** Sintomas em cultivos de jiló causadas por *Meloidogyne incognita*: A - galhas; B - amarelecimento e desfolha; C - galhas e descorticação nas raízes e D - clorose.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 3.** Galhas em raízes de berinjela (A) comparadas a galhas em raízes de tomateiro (B).



## Capítulo 4

### Brássicas

A família Brassicaceae é constituída principalmente pelo agrião (*Nasturtium officinale* R. Br.), couve (*Brassica oleracea* L.), mostarda [*Brassica juncea* (L.) Czern.], couve-chinesa (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis*), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) e a rúcula (*Eruca sativa* Mill.).

No Brasil, os problemas em brássicas geralmente ocorrem devido à infestação pelo nematoide-das-galhas, em especial *M. incognita* e *M. javanica*, que são as espécies com maior distribuição nas regiões produtoras.

#### Sintomas

O sintoma mais visível devido à infecção por nematoides em brássicas é a presença de galhas e inchaços de formato arredondado nas raízes (Figura 1).

A observação da presença de galhas no sistema radicular de plantas infectadas é a melhor forma de detectar a presença do nematoide-das-galhas. As galhas induzidas por *M. hapla* tendem a ser menores e mais esféricas em relação à induzidas por outras espécies do gênero, que muitas vezes se unem ao longo das raízes. Raízes infectadas são geralmente mais curtas e com menor

número de raízes laterais. Normalmente, são observadas falhas no estande das plantas que não conseguem cobrir toda área dos canteiros.

Após a penetração do nematoide-das-galhas nas raízes, infecção e posterior progresso da doença, pode haver o apodrecimento do sis-

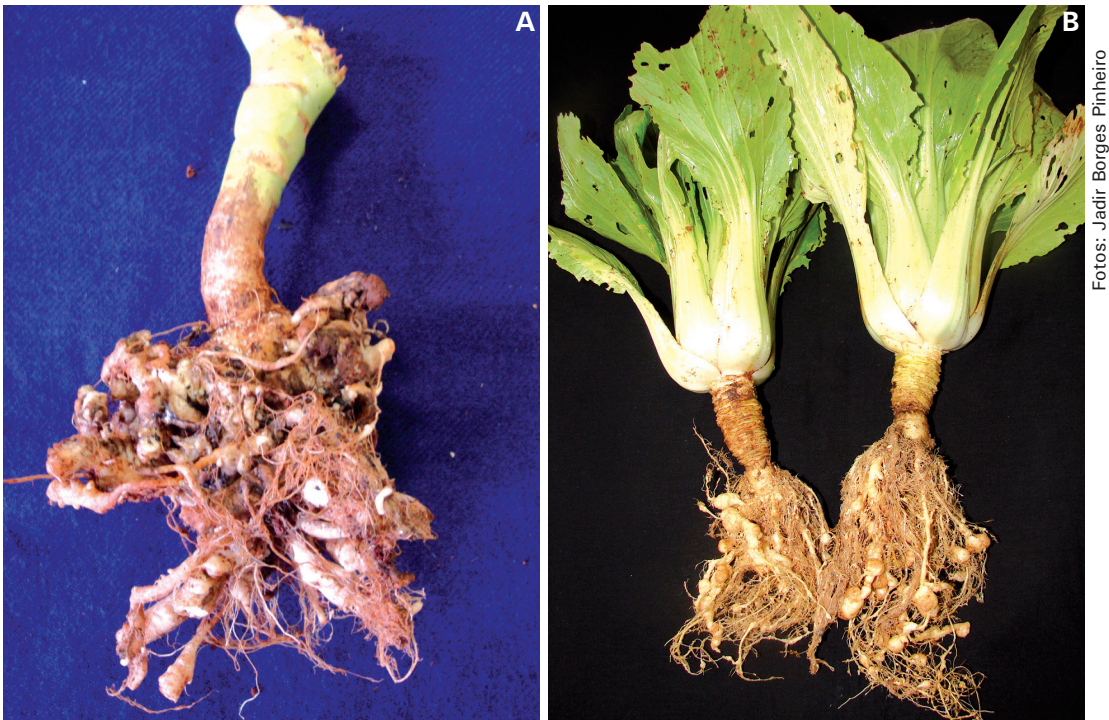
tema radicular devido à abertura de porta de entrada para outros patógenos, como fungos e bactérias de solo (Figura 1B).

Deve-se ter o cuidado para não haver confusões em relação à diagnose visual, pois em cultivos de brássicas podem ocorrer a presença da hérnia, cujo agente etiológico é um oomiceto denominado *Plasmodiophora brassicae* Woronin (Figura 2).

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em raízes de brócolos e repolho roxo causados por *Meloidogyne incognita*: A - galhas discretas em raízes de brócolos; B - apodrecimento em raízes de brócolos devido à invasão de patógenos secundários e C - galhas em raízes de repolho do tipo roxo.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Sintomas em raízes de brássicas devido à infestação pela hérnia das crucíferas: A - raízes de brócolos e B - raízes de acelga.

No caso da hérnia, as galhas geralmente são maiores e quebradiças quando esmagadas com os dedos e não existe a presença de massa de ovos. Vale salientar que tanto *Meloidogyne* spp. quanto *P. brassicae* podem ocorrer na mesma área de cultivo com intensificação dos danos à cultura, porém, com predominância de *P. brassicae*.

### Outras espécies de nematoides

Muitos gêneros de nematoides parasitas de plantas ocorrem em áreas de produção de brássicas, mas poucos têm sido estudados. Mundial-

mente, os principais nematoides que causam prejuízos em brássicas, com a redução do crescimento e da produção, são *Xiphinema* spp. (Cobb.) Inglis, *Longidorus africanus* Merny, *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven e *Rotylenchus robustus* de Man. Dois deles, *L. africanus* e *R. robustus*, são ectoparasitas e não penetram nos tecidos da raiz, porém, alimentam-se e causam injúrias na planta. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa é um endoparasita migrador que se alimenta e se move por entre as células da raiz com destruição de todo o tecido cortical. Outras espé-

cies de nematoides têm sido associadas as brássicas em campo. Estes incluem *Aphelenchoides avenae* Bastian, *Criconemella ornata* (Raski) Luc & Raski, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Longidorus fasciatus* Roca & Lamberti, *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne & Allen, *Paratrichodorus minor* (Colbran) Siddiqi,

*Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Scutellonema bradys* (Steiner; Lehw) Andrassy, *Trichodorus* spp. Cobb, e *Tylenchorhynchus* spp. Cobb, também ocorrem em brássicas no Brasil. Entretanto, não apresentam importância econômica para estas culturas.

## Capítulo 5

### Coentro e salsinha

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas nos estados do Nordeste. O valor de mercado referente à comercialização de sementes de coentro ultrapassou R\$ 9,50 milhões (PESQUISA..., 2009). Além disso, sua importância se dá nos âmbitos social e alimentar, sendo cultivado, em sua maioria, por agricultores familiares. Também é um dos condimentos mais utilizados por todas as classes sociais.

A salsinha [*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss] também apresenta expressivo valor de venda de sementes, de mais de R\$ 1,50 milhão, representando um condimento essen-

cial na culinária dos estados do Sudeste e Sul.

Em regiões produtoras de coentro do Nordeste, como Vitória de Santo Antão em Pernambuco, os problemas decorrentes com a infestação por *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira são frequentes com prejuízos significativos para os produtores. Em regiões produtoras de salsinha do Sudeste e Sul os problemas maiores são devidos à infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

Assim, os principais nematoides que atacam as culturas do coentro e da salsinha são representados pelo nematoide-das-galhas, principal-

mente *M. incognita* e pelo nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

Na cultura do coentro e da salsinha predominam a raça 1 de *Meloidogyne incognita*.

#### Sintomas

A sintomatologia de *Meloidogyne* em coentro é peculiar. Na parte aérea as plantas apresentam nanismo, clorose e com o progresso da doença ocorre seca e morte de plantas. Geralmente observa-se galhas de pequenas dimensões ao longo das raízes (Figura 1).

Em salsinha, as galhas são mais numerosas e próximas ao longo da raiz (Figura 2).



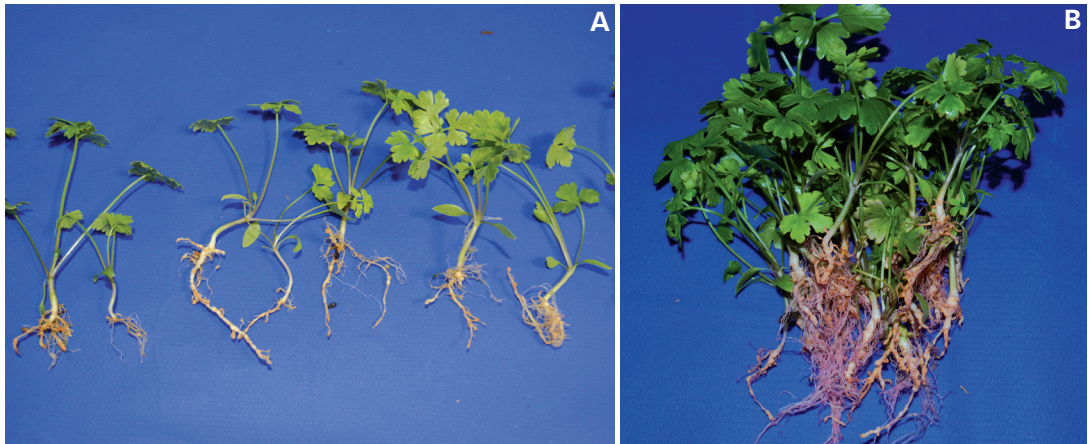
Foto: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Sintomas característicos de Meloidogynose em raízes de coentro.

### Nematoide-reniforme – *Rotylenchulus reniformis*

*Rotylenchulus reniformis* é um importante patógeno para a cultura do coentro no Nordeste Brasileiro. Em salsinha, as informações sobre a infestação por *R. reniformis* são escassas, porém, em coentro este nematoide pode causar danos econômicos com perdas na produção.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Sintomas em raízes de salsinha devido à infestação por *Meloidogyne incognita*.

### Sintomas

Na parte aérea das plantas infestadas pode ocorrer clorose, amarellecimento e murcha. Sob altos níveis populacionais, as plantas apresentam redução no crescimento. Como sinais nas raízes, fêmeas imaturas parasitam as raízes do coentro, modificam sua morfologia para fêmeas mais avolumadas e formam massas de ovos externamente às raízes atacadas que ficam cobertas ge-

ralmente por resíduos de solo. Outra observação é a redução extrema do volume de raízes.

### Outras espécies de nematoides

Outros nematoides podem ocorrer em coentro e salsinha, como *Aphelenchoides* Fischer, *Aphelenchus avenae* Bastian, *Mesocriconema* Andrassy, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher e *Tylenchus* Bastian, porém sem danos a estas culturas.



## Capítulo 6

### Melão e melancia

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] é cultivada de norte a sul do Brasil, em épocas em que as temperaturas variam de 20 °C a 30 °C. Já o melão (*Cucumis melo* L.) é cultivado principalmente em regiões de clima semiárido do nordeste do país. Apesar da pouca mobilidade natural, os nematoides podem ser disseminados nas lavouras por meio da movimentação do solo nas áreas de cultivo.

Assim, na região Nordeste do país, o cultivo intensivo da melancia e do melão resultou no aumento da incidência de doenças, e consequentemente perdas econômicas signifi-

cativas, com destaque para o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

Perdas na produtividade em melancia devido à infecção por nematoides ainda não foram estimadas no Brasil, embora em outras espécies de cucurbitáceas como abóbora, melão e pepino também tenham sido estimadas entre 18% e 100% (MELLO, 1958; SASSER; TAYLOR, 1978; SASSER, 1979, TIHOHOD et al., 1993). No município de Açu, pólo produtor de melão localizado no estado do Rio Grande do Norte, espécies do nematoide-das-galhas têm limitado a produção do melão, com perdas que podem chegar até 100% (TORRES et al., 2006).

Outra espécie de nematoide detectada na última década, que tem causado danos em plantios na região é o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira).

### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

Das quatro espécies mais comuns de nematoides-das-galhas que ocorrem no Brasil, a melancia e o melão são frequentemente infectados por *M. incognita* e *M. javanica*, sendo menos infectada por *M. arenaria*, e considerada não hospedeira de *M. hapla*.

Em plantas de melancia, *M. incognita* raças 1 e 2 e *M. javanica* são as espécies mais comumente encontradas nas regiões Nordeste, Su-

deste e Centro-Oeste (PONTE et al., 1977; LORDELLO, 1978; TEIXEIRA; MOURA, 1985; CHARCHAR, 1995; LORDELLO; LORDELLO, 1996).

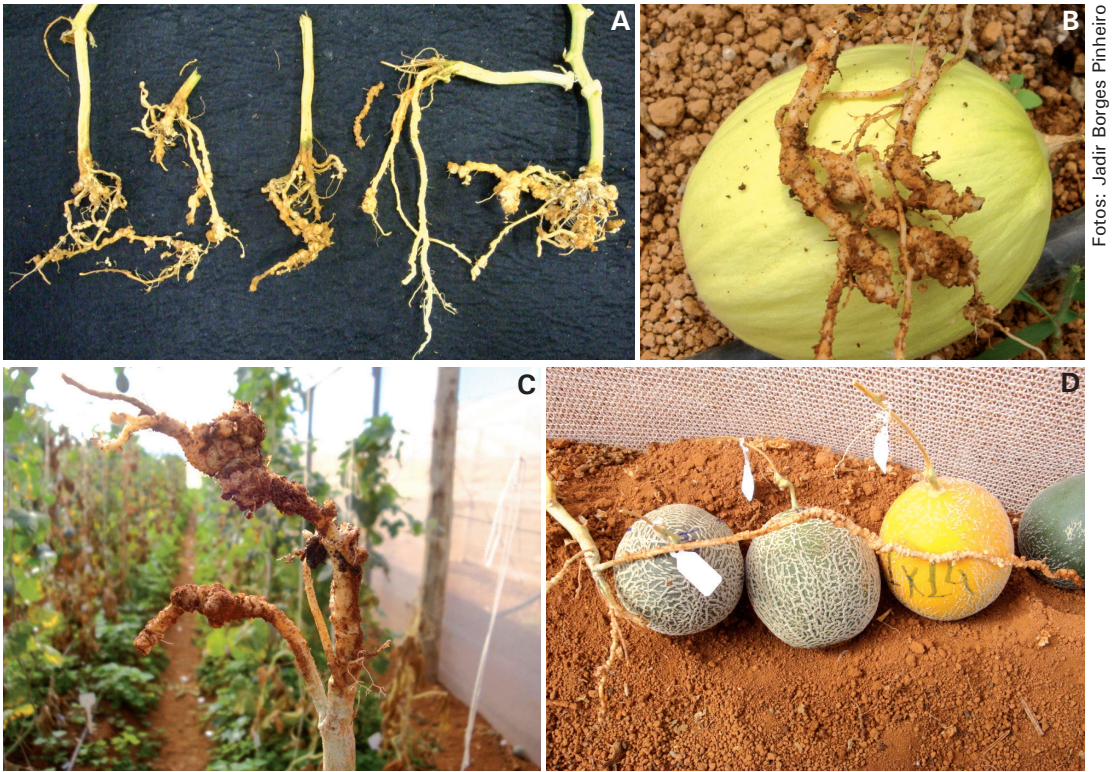
A espécie *M. arenaria* já foi encontrada ocasionalmente infectando melancia em pequenas áreas de cultivos no estado de Goiás e no Distrito Federal (CHARCHAR, 1995). Entretanto, segundo Ponte e Castro (1975) o meloeiro é relatado como hospedeiro de *M. hapla* no estado do Ceará.

### Sintomas

Os nematoides-das-galhas afetam o sistema radicular das plantas de melancia (Figura 1) e de melão (Figura 2), formam galhas que coalescem durante o ciclo da cultura, e



**Figura 1.** Sintomas em raízes de melancia causados por *Meloidogyne* spp.: A - galhas; B - destruição do parênquima cortical e C - amarelecimento e falhas no estande.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Sintomas em raízes de melão causados por *Meloidogyne javanica* cultivados em cultivo protegido: A e B - galhas em melão pele lisa; C e D - galhas em raízes de melão pele de sapo.

interferem na absorção de água e nutrientes minerais pelas raízes, reduzindo o tamanho dos frutos e o teor de sólidos solúveis (°Brix).

Os nematoides danificam as raízes e favorecem a penetração de fungos e de bactérias que contribuem para o desenvolvimento de complexos de doenças. Ademais, os danos podem ser potencializados devido à presença de outros patógenos na área de cultivo. Por exemplo, a interação de *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm com *M. javanica* em

áreas infestadas causa seca na parte aérea das plantas (Figura 3).

#### **Nematoide-reniforme – *Rotylenchulus reniformis***

Outra espécie detectada na última década, que tem causado danos significativos em plantios de melão e de melancia na região Nordeste é o nematoide-reniforme.

#### **Sintomas**

Geralmente são observadas lesões nas raízes que resultam na redu-



**Figura 3.** Sintomas em meloeiro causados pela interação entre *Didymella bryoniae* e *Meloidogyne javanica*.

ção do crescimento da planta, amarellecimento da folhagem e murcha.

#### **Outras espécies de nematoides**

*Pratylenchus thornei* Sher & Allen, espécie de nematoide-das-le-

sões-radiculares, parasita melancia e várias outras espécies cultivadas em outros países. Também, *Pratylenchus brachyurus* é relatado causando redução na produtividade em cultivos de meloeiro.

## Capítulo 7

### Pimentas e pimentão

**A**s espécies de pimentas do gênero *Capsicum* pertencem à família Solanaceae. Dentre as espécies de *Capsicum*, cinco são domesticadas e largamente cultivadas e utilizadas pelo homem: *Capsicum annuum* L. var. *annuum* (pimentão); *C. baccatum* L. var. *pendulum* (pimenta dedo-de-moça; pimenta-cambuci, chifre-de-veado); *C. chinense* Jacq. (pimenta-de-cheiro; pimenta-de-bode; pimenta cumari-do-Pará; pimenta-murupi, biquinho); *C. frutescens* L. (pimenta-malagueta e tabasco) e *C. pubescens* Rui & Pav. Destas, apenas *C. pubescens* não é cultivada no Brasil. São dez espécies semi-domesticadas, em que se destaca *C. baccatum* var. *praetermis-*

*sum* (Heiser & Smith) Hunz (pimenta cumari, cumari verdadeira ou pimenta de passarinho) e 25 espécies silvestres.

No caso da cultura da pimenta e do pimentão, algumas espécies de nematoides representam graves problemas para o cultivo. Estas ocorrem por todo o mundo onde a pimenta é cultivada, bem como possuem ampla gama de hospedeiros, principalmente plantas da família Solanaceae.

No mundo, os maiores prejuízos na cultura da pimenta e do pimentão são atribuídos ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne*). Entretanto, nos últimos anos, com a rápida disseminação por diversos cultivos,

inclusive grandes culturas como a soja e algodão, o nematoide-das-lesões-radiculares tem causado danos à cultura do pimentão, principalmente devido a longos períodos de plantio em cultivo protegido sem a presença de esquemas de rotação de culturas.

### **Nematoide-das galhas - *Meloidogyne* spp.**

O nematoide-das-galhas, *Meloidogyne incognita*, é uma das espécies mais comumente relatadas que causa danos em pimentas e pimentão. Entretanto, nos últimos anos, o relatos de *M. enterolobii* em hortaliças e sua rápida disseminação pelos país tem feito com que esta espécie seja uma das principais doenças de preocupação para os produtores de pimentas e de pimentão. *Meloidogyne enterolobii* tem causado pro-

blemas em cultivos de pimentão no interior paulista, bem como em núcleos produtores desta hortaliça na cidade de Planaltina, Distrito Federal (PINHEIRO et al., 2015). *Meloidogyne enterolobii* quebra a resistência conferida por cultivares de pimentão resistentes a outras espécies do nematoide-das-galhas, como *M. incognita* e *M. javanica*.

### **Sintomas**

Em pimentas, geralmente, as galhas são bem menores quando comparados com galhas que ocorrem em outras hortaliças, como o tomateiro e o pimentão. São discretas e distribuídas de forma uniforme ao longo do sistema radicular. Na parte aérea ocorre intensa clorose e murcha nas horas mais quentes do dia (Figura 1).

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em pimenteira causados pela infestação por *Meloidogyne incognita*: A - galhas e B - amarelecimento na parte aérea.

*M. enterolobii* e outras espécies de nematoide-das-galhas em raízes de pimentão causam grande número de galhas e com o aumento dos níveis populacionais presentes evoluem para apodrecimento e redução das raízes secundárias. Na parte aérea ocorre desfolha, murcha e morte da planta, consequência da alta agressividade desta espécie de nematoide para a cultura, o que torna a absorção de nutrientes pela planta bastante comprometida (Figura 2).

### Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus* spp.

Para o nematoide-das-lesões-radiculares existem poucos relatos em pimentas e pimentão. Em cultivos sucessivos de pimentão em ambiente protegido (estufas) este nematoide tem assumido grande importância, a exemplo no Núcleo Rural de Taquara, Distrito Federal, principalmente devido à não adoção de um sistema de rotação de culturas.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Sintomas em pimentão em cultivo protegido causados pela infestação por *M. enterolobii* e *M. incognita*. A - galhas causadas por *M. enterolobii*; B - desfolha, nanismo e morte de plantas causadas por *M. enterolobii* e C - galhas causadas por *M. incognita*.

As principais espécies que ocorrem em cultivos de pimentão são *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven e *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa.

### Sintomas

Os principais sintomas em raízes de pimentão devido à infestação pelo nematoide são as lesões escuras

e necróticas nas raízes parasitadas devido ao seu hábito de alimentação, que provoca destruição das células no interior das raízes. Na parte aérea ocorre murcha e desenvolvimento reduzido da planta e frutos (Figura 3).

### Outras espécies de nematoides

Mundialmente, outros nematoides podem ocasionalmente causar problemas em cultivos de pimentas e pimentão. *Paratrichodorus minor* (Colbran) Siddiqi e *Trichodorus* spp. Cobb são de distribuição mundial e

muitas vezes ocorrem juntamente com *Belonolaimus longicaudatus* em solos arenosos nos Estados Unidos. São transmissores de viroses como *Pepper ringspot virus* (PRV) na América do Sul e *Tobacco rattle virus* (TRV) em pimentão na Itália e nos Estados Unidos (MCSORLEY et al., 2003).

O falso nematoide-das-galhas, *Nacobbus aberrans*, tem sido relatado em pimenta em alguns países na América Latina.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 3.** Sintomas em pimentão em cultivo protegido causados pela infestação por *Pratylenchus brachyurus*: A e B - lesões escuras e necróticas; C - plantas com porte reduzido.

Existem poucos relatos sobre o nematoide-reniforme *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira em pimentas e pimentão, porém as pimentas são consideradas não hospedeiras deste nematoide.

Outros fitonematoides associados com pimentas e pimentão

são *Aphelenchoides* Fischer, *Aphelenchus avenae* Bastian, *Mesocriconema* Andrassy, *Helicotylenchus dihystera* (Cobb) Sher, *Mesocricone-ma* spp. Andrassy, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Tylenchorynchus* Cobb., *Tylenchus* Bastian e *Xiphinema* spp. (Cobb.) Inglis.



## Capítulo 8

### Quiabeiro

O quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] é uma planta que produz um fruto cujo hábito de consumo vem desde o período colonial brasileiro. É mais consumido nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais e São Paulo (FILGUEIRA, 2003).

A cultivar Santa Cruz – 47 é uma das mais utilizadas pelos agricultores da região Centro Sul, porque apresenta boa adaptação, com plantas de hábito arbustivo, entrenós curtos, prolíficas, porte medianamente baixo e atende ao mercado consumidor brasileiro, que tem a preferência por frutos cilíndricos e de coloração verde escura. Contudo, os produtores nos últimos anos têm demandado

novas cultivares com altas produtividades ao longo de todo o ano, com qualidade de frutos, principalmente baixa quantidade de fibras e resistência às doenças de maior ocorrência, como o oídio, vírus do mosaico e principalmente ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

Ademais, de origem africana, a cultura do quiabeiro necessita de temperaturas e umidade elevadas para o bom desenvolvimento e produção. Porém, estas condições também favorecem o desenvolvimento e a multiplicação do nematoide-das-galhas, que completam vários ciclos reprodutivos durante o desenvolvimento da cultura. Com isso, o sistema radicular do quiabeiro é seve-

ramente afetado, o que compromete a absorção de água e de nutrientes. Além disso, a textura do solo e o nível de suscetibilidade das cultivares influenciam na dinâmica e nos níveis populacionais destes patógenos, aumentando, consequentemente, os prejuízos na cultura.

### **Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

As principais espécies de nematoide-das-galhas de ocorrência na cultura do quiabeiro são *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. enterolobii*.

Devido à grande suscetibilidade das cultivares de quiabeiro aos nematoides-das galhas, em determinadas situações, estas plantas servem como indicadoras da existência dos nematoides nas áreas de produção. Assim, estudos sobre a ocorrência

e os danos causados em cultivos de quiabeiro são poucos quando comparados com a importância desta cultura para determinadas regiões produtoras e a suscetibilidade desta aos nematoides.

### **Sintomas**

Os sintomas na parte aérea da planta podem ser observados pelo desenvolvimento reduzido, murcha nas horas mais quentes do dia, declínio, queda de folhas e sintomas de deficiência mineral (Figura 1), pois os nematoides afetam o sistema radicular das plantas, prejudicando o transporte de água e nutrientes das raízes para a parte aérea.

Nas raízes, que se desvitalizam e param de crescer, as galhas e rachaduras são visíveis. Às vezes há formação de raízes laterais curtas, mas a formação das galhas de ta-



**Figura 1.** Sintomas na parte aérea de plantas de quiabeiro infestadas naturalmente no campo pela mistura populacional de *M. incognita* e *M. javanica*: A e B - plantas com porte reduzido; C - mudas contaminadas.

manhos variáveis são mais visíveis. Após várias invasões nas raízes por inúmeros juvenis, as galhas formadas apresentam forma alongada e aspecto de inchaços ao longo do sistema radicular (Figura 2).

Geralmente estas galhas podem ser pequenas e discretas ou, na maioria das vezes, grandes e irregulares. Como consequência, podem apodrecer rapidamente devido à invasão de patógenos secundários, tais como *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Fusarium* sp. Link ex Grey, *Verticillium* sp. Nees e outros patógenos de solo.

A principal forma de disseminação dos nematoides na cultura do quiabeiro é passiva, dada pela movimentação do solo por máquinas, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo, bem como pode ser disseminada por mudas (Figura 1 C) em determinados casos, embora a semeadura direta seja o método usualmente empregado para a cultura do quiabeiro.

### Outras espécies de nematoides

Na literatura, as informações são limitadas para a ocorrência de outros nematoides na cultura do quiabeiro. Outros gêneros associados ao quiabeiro, em determinadas condições ambientais, podem afetar significativamente o crescimento das plantas, mas causam danos generalizados de pouca importância econômica. Estes são *Aphelenchus* sp. Bastian, *Mesocriconema* Andrassy, *Helicotylenchus* spp. Steiner, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Rotylenchus* sp. Filipjev *Tylenchus* sp. Bastian e *Tylenchorhynchus* sp. Cobb. Vale ressaltar que o quiabeiro é bom multiplicador de populações de *Pratylenchus*, porém registros de danos em cultivos de quiabeiro devido à infestação pelo nematoide-das-lesões-radiculares são escassos, motivo pelo qual se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas nesse sentido.



**Figura 2.** Sintomas em raízes de quiabeiro em campo naturalmente infestado pela mistura populacional de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



## Capítulo 9

### Tomate

O principal gênero de nematoide que causa danos expressivos à tomaticultura no mundo é representado pelo gênero *Meloidogyne*. Todavia, outros gêneros podem assumir importância em determinadas regiões tropicais e subtropicais como *Belonolaimus*, *Pratylenchus* e *Rotylenchulus*. No Brasil, os problemas com nematoides restringem-se ao nematoide-das-galhas, como *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. enterolobii* e *M. javanica*. Nos últimos anos, o nematoide-das-lesões-radulares tem ocorrido em cultivo protegido em áreas isoladas do país. Outros nematoides associados ao tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) no Brasil são relatados,

porém, geralmente não causam perdas ou prejuízos estimáveis. Outras espécies de nematoide-das-galhas têm ocorrido também em áreas de tomaticultura como *M. ethiopica* e *M. morocciensis*, embora os relatos de danos causados por estas espécies sejam escassos na literatura.

**Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

#### Sintomas

Os nematoides-das-galhas penetram nas raízes das plantas e estimulam uma resposta, com hipertrofia e hiperplasia das células que ocorrem nas raízes invadidas pelos juvenis de segundo estágio (J2), for-

mando as galhas. Após várias invasões nas raízes por inúmeros juvenis, as galhas formadas apresentam forma alongada e com aspecto de inchaços ao longo do sistema radicular (Figura 1).

*Meloidogyne hapla* geralmente produz galhas pequenas e discretas em tomateiro, enquanto *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. enterolobii* causam galhas

grandes e irregulares, responsáveis pela intensificação dos danos e pelo rápido apodrecimento em face da invasão de patógenos secundários, tais como *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Fusarium* sp. Link ex Grey, *Verticillium* sp. Nees e *Ralstonia* sp. Smith. O transporte de nutrientes e de sais minerais das raízes para a parte aérea das plantas é afetado, resultando em murchas e deficiências nutricionais (Figura 2).

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em raízes de tomateiro atacadas por *Meloidogyne* spp.: A, B e C - galhas; D - massa de ovos (pontos escuros indicados pelas setas).



**Figura 2.** Sintomas na parte aérea de plantas de tomateiro infestadas por *Meloidogyne* spp.: A - murcha; B e C - amarelecimento e seca.

Os sintomas no campo podem apresentar-se na forma de reboleiras (Figura 3) de formato irregular com plantas raquíticas, murchas e amarelcidas.

feijão, algodão, milho, especialmente na região de Cerrados. Recentemente, vem sendo considerado como grande ameaça a hortaliças, principalmente ao tomateiro.

Foto: Ailton Reis



**Figura 3.** Reboleira devido ao ataque do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*).

### Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus* spp.

O nematoide-das-lesões-radiculares tem sido relatado causando danos severos em diversas culturas de importância econômica, como soja,

### Sintomas

Embora os sintomas causados por nematoides do gênero *Pratylenchus* não sejam específicos, podendo ser facilmente confundidos com sintomas causados por outros patógenos ou deficiências nutricionais, o principal sintoma é a presença de intensas lesões escuras (necróticas) nas raízes e radículas das plantas parasitadas. Fungos e bactérias podem penetrar nestas lesões e potencializar os danos nas raízes com consequente apodrecimento destas. As plantas infestadas formam reboleiras na lavoura. Além disso, podem apresentar atraso no desenvolvimento, com drástica redução de crescimento em relação às demais.

### **Nematoide-reniforme – *Rotylenchulus reniformis***

O nematoide-reniforme, com ampla gama de hospedeiras, é relatado em áreas tropicais e subtropicais de diversos países, inclusive no Brasil. Ocorre principalmente em áreas com cultivo de algodão, soja, maracujazeiro e, dentre as hortaliças, pode causar problemas em alface (*Lactuca sativa* L.), batata-doce [*Ipomoea batatas* L. (Lam.)], melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], melão (*Cucumis melo* L.), coentro (*Coriandrum sativum* L.) e tomate.

#### **Sintomas**

Áreas com manchas irregulares e plantas cloróticas dentro do campo são indícios da presença deste patógeno. O nematoide causa destruição de células da epiderme das raízes de plantas, o que resulta

em lesões necróticas pequenas, crescimento reduzido da planta, amarelamento da folhagem e murcha. Plantas altamente infestadas com sistemas radiculares pobres desenvolvem sintomas de deficiência de nitrogênio, potássio, manganês e de outros nutrientes, devido à sua absorção limitada pelas raízes infestadas.

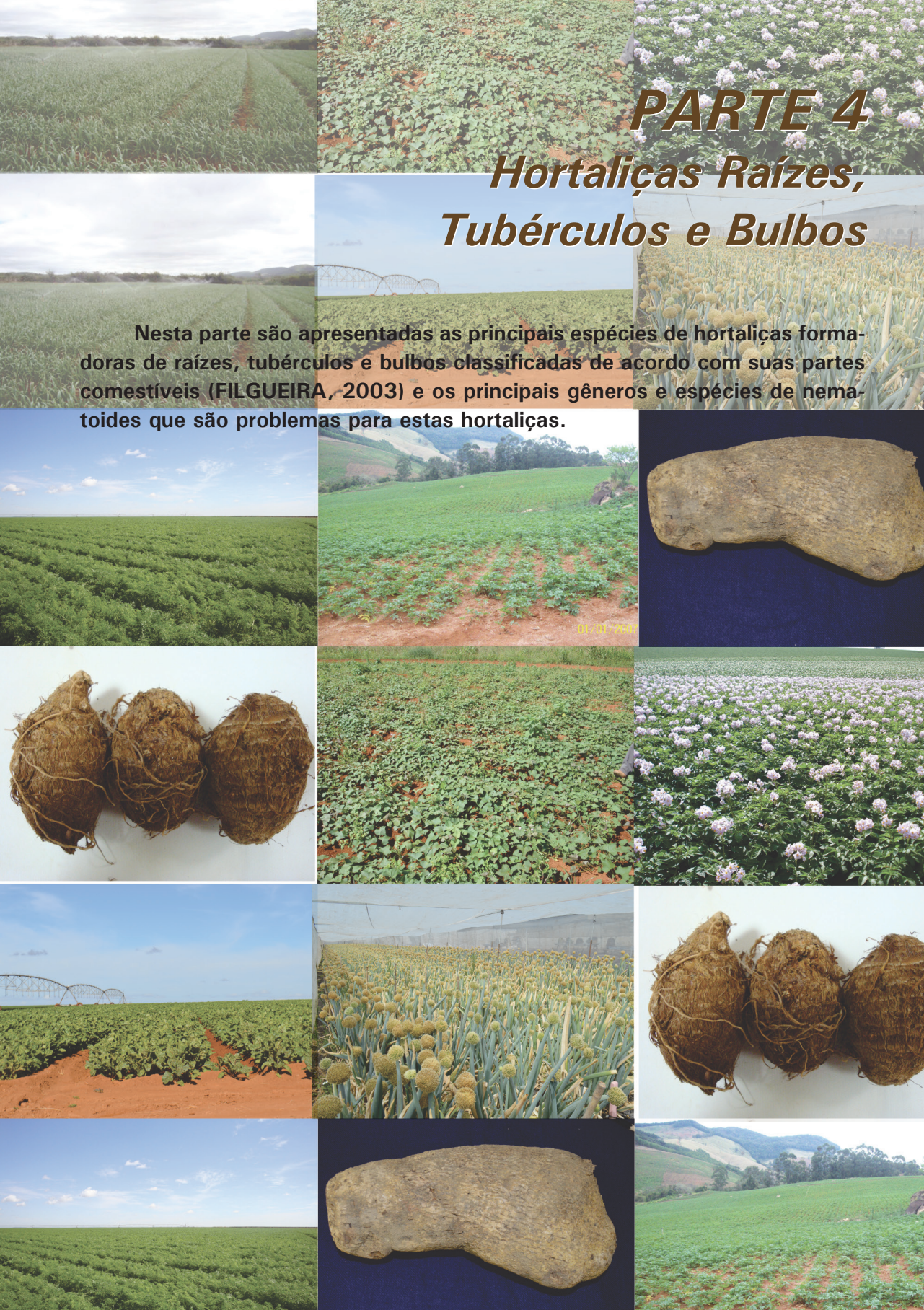
#### **Outras espécies de nematoides**

Outros gêneros de nematoides associados ao tomate, em determinadas condições ambientais, podem afetar significativamente o crescimento das plantas, mas causam danos generalizados de pouca importância econômica. Estes são *Helicotylenchus* Steiner, *Hemicycliophora* De Man, *Longidorus* (Micoletzky) Filipjev, *Nacobbus* (Thorne) Thorne & Allen, *Paratylenchus* Micoletzky, *Radopholus* Thorne, *Tylenchorhynchus* Cobb e *Xiphinema* (Cobb.) Inglis.

# ***PARTE 4***

## ***Hortalças Raízes, Tubérculos e Bulbos***

Nesta parte são apresentadas as principais espécies de hortalças formadoras de raízes, tubérculos e bulbos classificadas de acordo com suas partes comestíveis (FILGUEIRA, 2003) e os principais gêneros e espécies de nematoides que são problemas para estas hortalças.





## Capítulo 1

### Alho e cebola

O Brasil destaca-se como um dos países com o maior consumo per capita de alho (*Allium sativum* L.), aproximando-se de 1,5 kg por habitante por ano. Porém, em 2013 a produção no país foi de aproximadamente 107 mil toneladas equivalente apenas a um terço do consumo interno. Os estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Bahia respondem por cerca de 90% da produção brasileira. Em relação à cebola, de acordo com números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional foi de aproximadamente 1,601 milhões de toneladas, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul, Santa

Catarina, São Paulo e Bahia. A área cultivada no país foi de aproximadamente 58.000 ha (SANTOS et al., 2015).

Muitos gêneros de fitonematoídes ocorrem nos cultivos de cebola e alho. Contudo no Brasil apenas a espécie *Ditylenchus dipsaci* e algumas espécies do gênero *Meloidogyne* apresentam importância econômica, capazes de reduzir a qualidade e o rendimento destas culturas. Nos últimos anos os problemas com o nematoíde-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em cebola vêm aumentando principalmente em regiões produtoras da região Nordeste e Centro-oeste e no estado de Santa Catarina.

### Nematoide-do-amarelo-do-alho – *Ditylenchus dipsaci*

Esta espécie ocorre em praticamente todo o mundo e pode parasitar inúmeras espécies de plantas de importância econômica, podendo ocorrer em mais de 450 espécies pertencentes a mais de 40 famílias botânicas (GOODEY et al., 1965).

No Brasil, *D. dipsaci* foi relatado pela primeira vez em 1980 nos estados de Minas Gerais e Santa Catarina (CHARCHAR et al., 1980). Após este ano, se disseminou para os estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e outras grandes regiões produtoras de alho. É um nematoide endoparasito migrador conhecido como o 'nematoide dos bulbos e caules do alho' ou 'nematoide-do-amarelo-do-alho' sendo uma ameaça constante em cebola e alho tanto no Brasil quanto em áreas produtoras dos Estados Unidos, principalmente em virtude de sua ocorrência e disseminação mediante lotes de bulbilhos contami-

nados (Figura 1), que são utilizados como "alho semente".

### Sintomas

Os sintomas em cebola e alho infectados incluem nanismo, inchaço e extensa divisão longitudinal de cotilédones e folhas, as quais ficam curtas e espessas, ocasiões em que às vezes apresentam manchas marrons ou amareladas devido a descolorações nos tecidos, além de inchaço acima do bulbo no pseudocaule, ficando com formato de charuto (Figuras 2 e 3).

Mudas infectadas tornam-se retorcidas, deformadas e frequentemente morrem em áreas altamente infestadas por *D. dipsaci*. Ao longo do ciclo da cultura, as folhagens da cebola e do alho caem e os bulbos tornam-se chochos. Também ocorre o amarelecimento foliar a partir das raízes.

Variações de cinza no bulbo aparecem de forma leve e suave, que posteriormente tornam-se frequentemente desidratados e leves em peso

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em bulbilhos de alho infectados por *Ditylenchus dipsaci*.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Sintomas em bulbos de alho infectados por *Ditylenchus dipsaci*.

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 3.** Sintomas nas folhas e bulbos de alho infectados por *Ditylenchus dipsaci*.

(bulbos chochos). No alho, os sintomas em lotes de bulbilhos infectados muitas vezes não são aparentes e a ocorrência de plantas assintomáticas não indica necessariamente a ausência de *D. dipsaci*.

Com o progresso da doença, pode ocorrer podridão mole, que em regra completa o processo de destruição, sendo esta acompanhada por um odor característico.

Outros invasores secundários podem ocorrer nos bulbos, tais como bactérias, fungos, tripes e ácaros. No campo ocorre o amarelecimento das plantas em reboleiras, podendo ocorrer a morte antes da colheita.

Além disso, pode ocorrer o tombamento das plantas. Outro sintoma característico da presença de *D. dipsaci* em altos níveis populacionais é o fácil desprendimento das plantas ao serem puxadas, ficando o 'prato' no solo e se destacando apenas a parte aérea.

Durante a colheita, os bulbos de alho infestados podem tornar-se tão leves que raramente são aproveitados. Os sintomas variam em função da densidade populacional do nematoide. Os bulbos de alho armazenados normalmente apresentam aparência esbranquiçada e uma textura farinhenta.

#### Nematoide-das-galhas - *Meloidogyne* spp.

No Brasil, nos últimos anos os problemas com o nematoide-das-

-galhas em cebola vêm aumentando principalmente em regiões produtoras como a de Irecê no estado da Bahia, onde se pratica erroneamente a rotação de culturas com cultivos de cenoura, hospedeira favorável a *Meloidogyne*. Ademais, existem relatos de problemas com *Meloidogyne* em cebola em regiões produtoras do estado de Santa Catarina e na região Centro-Oeste.

#### Sintomas

Os sintomas mais visíveis em cebola são a formação de galhas nas raízes, porém estas são geralmente menores, de 1 mm a 2 mm de diâmetro, comparados com outras culturas (Figura 4).

Os sistemas radiculares infectados tornam-se normalmente mais curtos e apresentam menor quantidade

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 4.** Sintomas em raízes de cebola causadas por *Meloidogyne* sp.

de raízes que em plantas sadias. Sintomas adicionais podem ser observados na parte aérea das plantas, como estande irregular de plantas, nanismo e amarelecimento, comumente se manifestando em reboleiras.

Massas de ovos são frequentemente observadas nas superfícies de raízes de cebola, mesmo quando galhas não são visíveis. Estas massas variam do branco ao marrom escuro e possuem cerca de 0,5 mm a 1,0 mm de diâmetro.

#### **Outras espécies de nematoides**

Outras espécies como *Belonolaimus longicaudatus*, *Ditylenchus destructor* Thorne e *Meloidogyne*

*chitwoodii* Golden, O'Bannon, Santo & Finley, consideradas quarentenárias A1 para o Brasil e ocorrentes nos países da Europa, Asia, África, América do Norte e do Sul e Oceania, representam séria ameaça à cultura do alho.

Outros gêneros e espécies de nematoides podem ocorrer na cultura do alho e da cebola, mas danos significativos não foram relatados no Brasil. Dentre estes podem ser citados *Aphelenchoides* spp. Fischer, *Mesocriconema* Andrassy, *Helicotylenchus* Steiner, *Pratylenchus zeae* Graham, *Pratylenchus penetrans*, *Paratichodorus minor* (Colbran) Siddiqi, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Tylenchus* spp.



## Capítulo 2

### Batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira cultura alimentar mais importante do planeta e a primeira *commodity* não grão. Estima-se que mais de um bilhão de pessoas consomem batata diariamente. Sua produção mundial anual supera 330 milhões de toneladas em uma área de 18 milhões de hectares (SCOTT et al., 2000).

No Brasil, a batata é a hortaliça mais importante, com uma produção anual de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas em uma área de cerca de 130 mil hectares. De acordo com Associação Brasileira da Batata (Abba), o agronegócio da batata envolve em torno de 5 mil produtores em 30 regiões de sete estados

brasileiros (MG, SP, PR, RS, SC, GO e BA) (EMBRAPA, 2013).

Entretanto, os nematoides apresentam sérios problemas para o cultivo da batata em praticamente todas as regiões do mundo onde ela é cultivada, com danos variáveis, chegando até a comprometer toda a produção. Estes danos dependem da densidade populacional do patógeno presente no solo, da cultivar utilizada, da espécie/raça de nematoide e das condições ambientais. No Brasil, os danos maiores são provocados pelo nematoide-das-galhas, *Meloidogyne* spp., em especial *M. incognita* e *M. javanica*, que são as espécies com maior distribuição nas regiões produtoras. A alta incidência destas duas

espécies é atribuída à capacidade de reprodução em regiões com ampla variabilidade de temperatura do solo (18 °C a 32 °C). *Meloidogyne hapla* e *M. arenaria* ocorrem em áreas isoladas do país, porém, causam maiores problemas em regiões tropicais e subtropicais (CHARCHAR, 2001).

O segundo gênero de nematoides parasitos de cultivos de batata em importância para o país é *Pratylenchus*, que tem destaque pela sua vasta gama de hospedeiras e pela sua ampla distribuição geográfica. As principais espécies que causam danos à bataticultura do país são *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven e *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa, com predominância da primeira sobre as demais (SANTOS, 2003; SILVA; SANTOS, 2007).

Os danos causados por fito-nematoides não estão associadas somente à redução no peso nos tubérculos, mas também às alterações físico-químicas em resposta à infecção, com interferência direta na qualidade comercial dos tubérculos. Além disso, sua importância se reflete na necessidade de aplicar nematocidas de solo por ocasião do plantio, que resulta em custos adicionais de produção e, principalmente, na contaminação ambiental e em riscos à saúde do aplicador e do consumidor.

Existem outros nematoides com alto poder destrutivo para a cultura da batata que ainda não foram relatados no Brasil e, por isso, detêm o status de praga quarentenária A1. São estes os formadores de cistos ou nematoides-dourados, *Globodera pallida* (Stone) Behrens e *G. rostochiensis* (Wollenweber) Behrens, que podem reduzir a produtividade em até 70%. Estes são de difícil erradicação das áreas infestadas, pois têm a capacidade de permanecer viáveis no solo, na forma de cistos, por longos períodos. Além disso, possuem elevado poder de reprodução na presença de plantas hospedeiras. Existem evidências de que estas espécies se originaram nas regiões andinas do Peru, local de origem da batata (TENENTE; MANSO, 1983).

Outros nematoides de grande importância para a bataticultura e que ainda são quarentenários para o país são o falso nematoide-das galhas, *Nacobus aberrans* (Thorne) Thorne & Allen, e o nematoide-da-podridão-da-batata, *Ditylenchus destructor* Thorne (SANTOS, 2003; SILVA; SANTOS, 2007).

**Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

### **Sintomas**

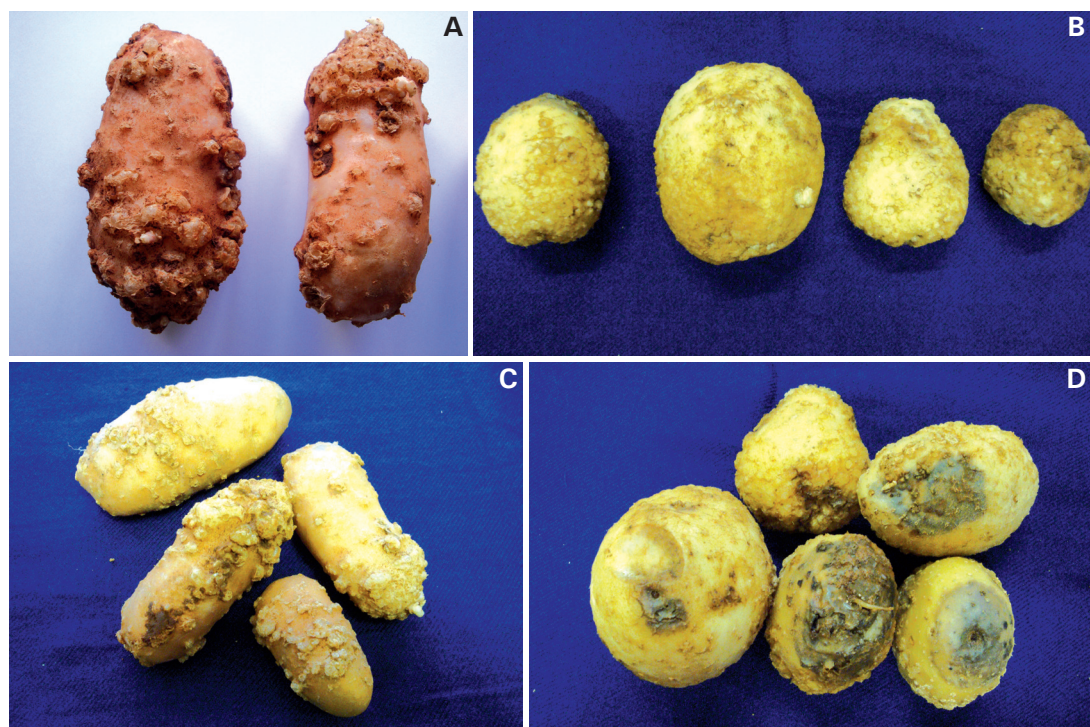
O principal sintoma resultante da alimentação dos nematoides-das-galhas nos tecidos de batata é a for-

mação de galhas, que são protuberâncias que ocorrem nas raízes e na superfície dos tubérculos. As galhas nos tubérculos variam de pequenas e numerosas, dando aspecto áspero à superfície, podendo ser acompanhadas de rachaduras até grandes caroços isolados. Os tubérculos apresentam aspecto “empipocado”, com facilidade para o apodrecimento devido à perda de amido no tecido em torno das “pipocas”, em especial quando a batata é lavada (Figura 1).

Os sintomas de campo causados por estes organismos normalmente ocorrem em reboleiras. Em

condição de alta infestação do solo e temperatura favorável (27 °C) ao nematoide, as plantas afetadas podem murchar, mesmo que o solo esteja úmido, e apresentar folhas com tamanho reduzido. Sintomas de falta de água e de nutrientes ocorrem em virtude do comprometimento da integridade das raízes de plantas atacadas.

Por isso, os sintomas de campo às vezes são mascarados pela adubação, normalmente fornecida em excesso, que compensa a baixa capacidade de absorção pelas raízes com galhas. Em relação ao desenvol-



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Sintomas em tubérculos de batata causados por *Meloidogyne* spp. A, B e C - galhas e D - galhas com apodrecimento dos tubérculos devido à entrada de outros patógenos.

vimento da planta, quanto mais cedo ocorrer a infecção, maior será a severidade de ataque. O principal sintoma em plantas infectadas na fase inicial é uma clorose foliar em consequência da localização de galhas no prolongamento da raiz, que obstruem a absorção de água e nutrientes do solo. Como consequência, as plantas tornam-se amareladas, raquíticas e murchas. Mesmo em situações de baixa densidade populacional de nematoide no solo, apesar de sintomas aéreos não serem evidentes, as plantas apresentam redução na produtividade (WINSLOW; WILLIS, 1972).

Os fitonematoides interagem com outros patógenos de solo de grande importância em áreas com cultivo de batata, como *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al., *Verticillium albo-atrum* e *Rhizoctonia solani*, pois a penetração de fungos e bactérias por portas de entrada causadas por nematoides contribuem para intensificação dos danos causados a cultura, além de serem vetores de importantes viroses.

#### **Nematoide-das-lesões-radiculares - *Pratylenchus* spp.**

Dentre as várias espécies de *Pratylenchus* que atacam a batata no mundo, *P. penetrans* é a mais importante. Outras espécies já relatadas em batata são: *P. andinus* Loredello, Zamith & Boock, *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven,

*P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *P. crenatus* Loof, *P. minyus* Sher & Allen, *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa, *P. scribneri* Cobb, *P. thornei* Sher & Allen, *P. vulnus* Allen & Jensen e *P. zeae* Graham (MAI et al., 1990).

*Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven ocorre principalmente na região Sul, *P. coffeae* foi registrada em áreas anteriormente cultivadas com café, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, enquanto *P. brachyurus* ocorre nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do país (CHARCHAR, 1999).

Os danos causados por espécies do gênero *Pratylenchus* são de natureza diferente quando comparados com os dos nematoides-das-galhas, pois estes nematoides têm ciclos de vida bem distintos.

#### **Sintomas**

Geralmente penetram nos tubérculos pelas lenticelas e invadem os tecidos em sua volta, produzindo lesões escuras e circulares de tamanho variável, com necrose dos tecidos infectados. Estas lesões evoluem com o passar dos dias, prejudicando o aspecto visual dos tubérculos, pois a presença de lesões ou de pústulas (Figura 2), aliadas à perda de peso e de turgescência dos tubérculos no armazenamento, reduzem seu valor comercial e os tornam impróprios para batata-semente. Além



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Sintomas em tubérculos de batata causados por *Pratylenchus brachyurus*.

disso, estas lesões podem servir de porta de entrada para outros micro-organismos presentes no solo, com aumento do grau de depreciação dos tubérculos para comercialização (MAI et al., 1990).

As plantas infectadas formam reboleiras na lavoura. Um dos sintomas iniciais do ataque de *Pratylenchus* spp. é o atraso no desenvolvimento das plantas infectadas, com drástica redução de crescimento em relação às demais. Em geral, as plantas apresentam florescimento tardio e intensa necrose nas radículas (SILVA; SANTOS, 2007).

**Nematoides formadores de cistos** - *Globodera rostochiensis* e *G. pallida*

Embora haja grande risco de transmissão via batata-semente, os nematoides-do-cisto até o momento não foram detectados no Brasil. Porém, trata-se de um grupo de ele-

vado destaque, pois existe relato de sua ocorrência em nações vizinhas como: Argentina, Venezuela, Peru, Colômbia, Chile, Equador e Bolívia (DATA..., 2016). Dessa maneira, o Brasil vive sob constante ameaça da introdução destas espécies, o que provavelmente aumentaria ainda mais a preocupação dos bataticultores com problemas fitossanitários.

Uma das características marcantes na diferenciação destas duas espécies refere-se à cor das fêmeas e ocorre quando presas aos tecidos pela parte anterior. As fêmeas de *G. rostochiensis* (Wollenweber) Behrens desenvolvem-se passando por uma fase amarelo-dourada antes de apresentarem coloração castanha, cuja característica origina o nome comum de “nematoide-dourado”. As fêmeas de *G. pallida* (Stone) Behrens são de cor branca ou creme antes de adquirirem a cor castanha (MAI et al., 1990).

A elevada densidade dos nematoides formadores de cisto reduz a produção de tubérculos e provoca morte prematura das plantas. Também é observado retardamento do crescimento, amarelecimento das folhas, enfezamento e redução no sistema radicular (SCURRAH et al., 2005).

**Falso nematoide-das-galhas** - *Nacobus aberrans*

A espécie do falso nematoide-das-galhas, *Nacobus aberrans* (Thorne) Thorne & Allen, é nativa da região andina do Peru e da Bolívia, e pode causar perdas de mais de 50% na cultura da batata em altitudes de 2.000 m a 4.200 m. Ocorre na Argentina, Bolívia, Chile, Equador, Peru, EUA, México, Inglaterra, Holanda, Índia e Rússia (JATALA; SCURRAH, 1975, SCURRAH et al., 2005). A sua vasta dispersão na América do Sul é atribuída à ampla gama de hospedeiros e ao transporte passivo em material propagativo, como batata-semente e outras tuberosas (SCURRAH et al., 2005). Da mesma forma como acontece com o gênero *Globodera*, no Brasil, não se conhece qualquer problema resultante de sua interferência (CHARCHAR, 1990).

**Sintomas**

O falso nematoide-das-galhas apresenta como principal sintoma galhas regulares em cadeia nas raízes,

podendo ser facilmente confundido com o nematoide-das-galhas (JATALA, 1986). Apresentam nomes vulgares no Peru e na Bolívia onde o mais comum é denominado de “rosário” (MAI et al., 1990; SCURRAH et al., 2005). Plantas parasitadas apresentam nanismo, clorose progressiva, aumento da suscetibilidade ao estresse hídrico, senescência antecipada e redução no número e na dimensão dos tubérculos (SILVA; SANTOS, 2007).

**Nematoide-da-podridão-da-batata** - *Ditylenchus destructor*

É um dos principais patógenos da batata em praticamente todos os países produtores da Europa, especialmente na Rússia. Ocorre também em alguns países da Ásia, América do Norte, Oceania e algumas regiões isoladas da América do Sul e da África do Sul (MAI et al. 1990).

Esta espécie de nematoide sobrevive no solo em uma ampla faixa de temperatura que varia de 5 °C a 34 °C, porém, os maiores danos ocorrem em temperaturas entre 15 °C a 20 °C, com umidade relativa de 90% a 100%. Nestas condições, a duração de seu ciclo de vida é de 20 a 26 dias com uma fêmea produzindo de 200 a 250 ovos (SILVA; SANTOS, 2007). *Ditylenchus destructor* Thorne não pode sobreviver em condições de seca ou de umidade relativa menor que 40% (MAI et al.,

1990), o que limita sua distribuição em várias partes do mundo.

### Sintomas

Tubérculos infectados, ao serem descascados, apresentam manchas de cor branca ou ligeiramente coloridas. As partes afetadas são destruídas, causando podridão seca, com aspecto granuloso (JATALA, 1986). O nematoide pode continuar seu ciclo de vida nos tubérculos já colhidos, provocando portas de entrada para outros patógenos, em especial bactérias e fungos, que causam podridões.

### Outras espécies de nematoides

Outros importantes nematoides de batata em regiões tropicais e subtropicais são *Thecavermiculatus andinus* Golden, Franco, Jatala & Astogaza, *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley, *Trichodorus* spp. Cobb e *Paratrachodorus* spp. Siddiqi.

A espécie *Thecavermiculatus andinus* é importante na cultura da batata em algumas regiões andinas do Peru, mas sua distribuição e os danos econômicos ainda não são muito bem relatados (JATALA, 1987).

*M. chitwoodi* é praga quarentenária A1 no Brasil e ocorre em regiões com condições de clima moderado a frio (SILVA; SANTOS, 2007).

*Trichodorus* spp. Cobb e *Paratrachodorus* spp. Siddiqi apresentam importância peculiar porque estão envolvidos na transmissão de viroses em batata (SCURRAH et al., 2005), principalmente o vírus *Tobacco rattle virus* – TRV, do gênero Tobravirus. Além disso, causam danos diretos no sistema radicular, retardam o crescimento das plantas e provocam senescência precoce (JENSEN et al., 1979).

*Belonolaimus longicaudatus* Rau, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira também são relatados como patógenos de batatas no mundo (JENSEN et al., 1979), porém, geralmente não causam grandes perdas na produção. *Belonolaimus longicaudatus* não apresenta registro no Brasil, porém *R. similis* é de grande importância em cultivos de banana (*Musa* spp. L.) e *R. reniformis*, em cultivos de algodão e grande número de culturas, sendo que a batata e outras solanáceas são hospedeiras desta espécie.



## Capítulo 3

### Batata-doce

A batata-doce é uma hortaliça muito importante e popular, cujo plantio se expandiu por várias regiões do Brasil. A produtividade média nas últimas safras tem-se mantido estável, próximo de 500 mil toneladas. Em 2013, os principais estados produtores foram Rio Grande do Sul (166,6 mil toneladas), São Paulo (71,4 mil toneladas), Sergipe (44,3 mil toneladas), Minas Gerais (30,1 mil toneladas) e Paraná (30,8 mil toneladas) (SANTOS et al., 2015). Entretanto, a produção atual é baixa considerando a capacidade produtiva de novos cultivares lançadas no mercado nos últimos anos. O sistema de produção, ainda necessita de melhorias, como adequação de práticas como preparo correto do

solo, adubação, utilização de mudas de alta sanidade, uso de cultivar registrada, mecanização da lavoura, processo e armazenamento pós-colheita (SANTOS et al., 2015). Outro ponto importante é que seu cultivo intensivo resulta em graves problemas fitossanitários, principalmente no que se refere às doenças associadas a patógenos de solo, como os nematoides.

Muitos gêneros de fitonematoides estão associados aos cultivos de batata-doce, porém, o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) foram estudados de forma intensa. No entanto, dois gêneros de endoparasitos migradores, *Pratylen-*

*chus* (nematóide-das-lesões-radiculares) e *Ditylenchus* (nematóide-do-amarelão-do-alho), também são encontrados ocasionalmente, podendo, em determinadas situações, reduzir a qualidade ou produção das plantas infectadas.

**Nematóide-das-galhas** - *Meloidogyne* spp.

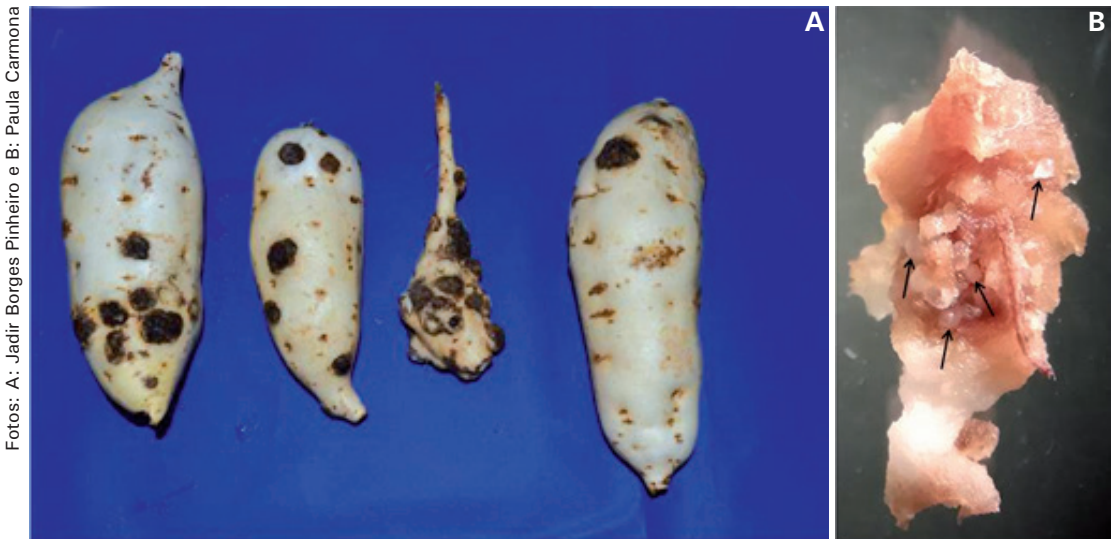
### Sintomas

O sintoma característico da infecção por nematóide é a presença de galhas nas raízes da batata-doce, muitas vezes menores (1 mm a 2 mm de diâmetro) em relação às galhas observadas nas raízes de outras plantas hospedeiras. O tamanho das galhas varia (Figura 1A) entre as cultivares de batata-doce e, em muitos

casos, quando muito pequenas, dificultam sua visualização a olho nu.

As fêmeas se concentram geralmente nas raízes secundárias (Figura 1B), onde depositam as massas de ovos. Níveis populacionais altos de fêmeas e grande quantidade de massa de ovos nas raízes secundárias reduzem a absorção de nutrientes e água pela planta e, consequentemente, reduz a produtividade.

As galhas, às vezes, não são observadas nas raízes tuberosas, com exceção de genótipos altamente suscetíveis, o que acaba por depreciar o valor comercial destas cultivares (CHARCHAR; RITSCHER, 2004). Devido a este fato, a cultura é considerada como “falsa hospedeira” deste nematóide. O sintoma mais



**Figura 1.** Sintomatologia em raízes de batata-doce causadas por *Meloidogyne* spp.: A - galhas e B - fêmeas no interior dos tecidos das raízes (setas).

severo de infecção de batata-doce é a ocorrência de rachaduras longitudinais nas raízes, similar às rachaduras devido ao crescimento exagerado. Estas rachaduras predispõem a raiz à infecção por agentes de podridões no armazenamento. Desta maneira, o efeito indireto dos nematoides sobre a produtividade ocorre pelo prejuízo ao desenvolvimento das raízes, com redução na absorção de água, nutrientes e assimilados para a planta, circunstância em que pode ocorrer a morte da planta (CHARCHAR; RITSCHER, 2004).

Podem ocorrer outros sintomas como redução no crescimento, amarelecimento e produção abundante de flores devido à perda de vigor do sistema radicular.

As massas de ovos são frequentemente observadas na superfície das raízes, mesmo quando galhas não são visíveis. A sua coloração é translúcida, com tonalidade marrom dourado e possuem cerca de 0,5 mm – 1,0 mm de diâmetro. Quando as galhas ou segmentos de raízes são dessecadas, fêmeas de coloração branco pérola podem ser observadas (Figura 1B).

Os danos ocasionados à batata-doce estão diretamente relacionados ao tamanho inicial da população do nematoide. Assim, fatores que afetam a sua sobrevivência no solo

como temperatura, sequência de cultivos, textura do solo, umidade, material de propagação e a espécie de nematoide presente têm influência importante sobre a extensão dos danos.

A temperatura influencia na distribuição geográfica e na sobrevivência de *Meloidogyne* spp. Neste sentido, *M. hapla* está restrito a regiões mais frias, sendo estas não coincidentes com os locais de cultivo de batata-doce. Por outro lado, nas regiões frias, os danos devidos ao ataque de *M. incognita* podem ser significativamente reduzidos em razão de sua incapacidade de sobreviver nestas condições.

Danos mais severos podem ocorrer em condições de seca moderada, devido aos seguintes efeitos combinados: a menor disponibilidade de água e a capacidade reduzida das raízes infectadas em absorvê-la. O excesso de umidade no solo também reduz as populações de nematoides. É importante destacar que o ataque de nematoides predispõe a batata-doce a um aumento da incidência de rachaduras.

Interações do nematoide-das-galhas com outros patógenos de solo, como exemplos, mal do pé causado por *Plenodomus destruens* Harter e murcha de *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* Schlecht,

também intensificam os danos causados pelo nematoide-das-galhas nas raízes de batata-doce.

### **Nematoide-reniforme - *Rotylenchulus reniformis***

O nematoide-reniforme é um semi-endoparasita sedentário com uma extensa gama de hospedeiros. Nas últimas três décadas, este nematoide foi considerado um importante patógeno da batata-doce, afetando o rendimento e a qualidade da cultura.

#### **Sintomas**

O nematoide-reniforme pode causar danos sobre a batata-doce, porém, os sintomas são difíceis de distinguir daqueles causados por outros patógenos. O nematoide infecta as raízes da batata-doce em qualquer fase do desenvolvimento e não produz galhas ou outros sintomas distintos. No entanto, as raízes podem tornar-se mais curtas e apresentar menor número de raízes secundárias em altas densidades populacionais. Na estação de crescimento, as raízes tuberosas atacadas podem tornar-se necróticas. Os sintomas secundários, resultantes de danos ao sistema radicular, incluem o amarelecimento da folhagem e a murcha acentuada das plantas nas horas mais quentes do dia. As raízes de batata-doce produzidas em solos infestados com o nematoide-reniforme tornam-se muitas vezes rachadas e distorcidas.

Dessa maneira, um dos métodos de diagnose visual em batata-doce utilizado para o nematoide-reniforme é a detecção de massas de ovos na superfície das raízes fibrosas infectadas, pois as massas de ovos ficam com o aspecto amarronzado devido à aderência do solo a estas. Em laboratório, o nematoide-reniforme é melhor observado no sistema radicular secundário, por meio de coloração das raízes, onde se observa, externamente às raízes, o corpo da fêmea em formato de rim. As massas de ovos sujas de solo podem ser visualizadas na parte posterior da fêmea enquanto os juvenis estão normalmente presentes no solo ao redor das raízes das plantas infectadas.

### **Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus* spp.**

O nematoide-das-lesões-radiculares causa em batata-doce lesões escuras ou podridão radicular. Nos Estados Unidos e no Brasil, *P. brachyurus* é a espécie de maior ocorrência. Várias espécies de *Pratylenchus* têm sido associadas à batata-doce no Japão, porém a principal espécie é *P. coffeae* (CLARK; MOYER, 1988).

A gravidade do dano devido à penetração e à infecção por *Pratylenchus* é favorecida por temperaturas do solo entre 25 °C a 30 °C e teores de umidade do solo entre 60% e 80%. Solos arenosos e adubação ni-

trogenada em excesso também agravam os danos provocados.

### Sintomas

O nematoide causa pequenas lesões necróticas na raiz que podem levar as plantas ao nanismo e a uma redução significativa na qualidade das raízes tuberosas.

Fungos e bactérias secundárias podem invadir as lesões causadas pelo nematoide e aumentar o grau de necrose das raízes. Inúmeras e pequenas lesões necróticas de coloração preta a marrom também podem ser observadas em raízes armazenadas, o que as tornam impróprias para a comercialização.

### Outras espécies de nematoides

#### *Ditylenchus dipsaci*

Raízes tuberosas infectadas por *D. dipsaci* geralmente não se desenvolvem e quando abertas apresentam coloração marrom a negra abaixo do córtex da periderme. Normalmente, o nematoide permanece confinado no tecido cortical afetado. Eventualmente, toda a raiz torna-se apodrecida, podendo ser invadida por patógenos secundários.

Os danos são intensificados no armazenamento inadequado de batata-doce, em temperaturas de 22 °C a 27 °C, que são superiores às recomendadas (13 °C a 19 °C). Além

disso, as cultivares variam quanto a suscetibilidade a *D. dipsaci*.

#### *Belonolaimus longicaudatus*

Esta espécie é uma praga quarentenária no Brasil e é causadora do nanismo em plantas de batata-doce, as quais podem morrer prematuramente e ocasionar baixos rendimentos na cultura. As raízes severamente afetadas ficam curtas e muitas vezes inchadas em suas extremidades.

#### *Paratrichodorus* e *Trichodorus*

Os nematoides *Paratrichodorus minor* (Colbran) Siddiqi e *Trichodorus* spp. Cobb estão associados à cultura da batata-doce. Esses nematoides são ectoparasitas e são encontrados em solos arenosos em várias regiões do mundo. Embora sejam mais prejudiciais em monocotiledôneas, seu parasitismo incluem muitas dicotiledôneas.

Estes nematoides normalmente se alimentam próximo às pontas de raízes e causam uma interrupção do alongamento destas. Assim, os sistemas radiculares afetados se tornam encurtados e com menor número de raízes secundárias. Além disso, as raízes tornam-se inchadas nas extremidades e normalmente não há necrose.

Outros gêneros de nematoides têm sido associados com o nanismo e a redução do vigor de plantas de

batata-doce no campo, porém, estes não foram suficientemente estudados de maneira a determinar sua influência no crescimento e no rendimento da cultura. Nestes, incluem-se: *Hoplolaimus* von Daday, *Helicotylenchus* spp. Steiner, *Aphelenchoides*

Fischer, *Aphelenchus* Bastian, *Criconemoides* Taylor, *Hemicycliophora* de Man, *Longidorus* (Micoletzky) Filipjev, *Paratylenchus* Micoletzky, *Radopholus* Thorne, *Tylenchus* Cobb, *Tylenchorhynchus* Cobb e *Xiphinema* (Cobb.) Inglis.

## Capítulo 4

### Beterraba

O riginária da Europa, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma raiz tuberosa pertencente à família Quenopodiaceae. Existem quatro biótipos de beterraba de importância econômica significativa: a beterraba açucareira (*Beta vulgaris* var. *maritima*), utilizada para a extração de açúcar devido a altos teores de sacarose; a beterraba forrageira (*B. vulgaris* var. *rapa*), cujas raízes e folhas são empregadas na alimentação animal; a beterraba de folhas ou acelga (*B. vulgaris* var. *cicla*), cujas folhas são empregadas na alimentação; e a beterraba hortícola (*B. vulgaris* var. *crassa*, ex. *B. vulgaris* var. *canditiva*), também conhecida como beterraba vermelha ou beterraba de mesa, cultivada no Brasil.

Pelo menos 29 espécies de nematoides pertencentes a 16 gêneros do filo Nematoda são parasitas na cultura da beterraba açucareira e podem afetar a produção de beterraba para mesa (STEELE, 1991). As perdas na produção atribuída aos nematoides podem chegar a 100%, dependendo do nível populacional da espécie presente, da suscetibilidade da cultivar e das condições ambientais do local, como umidade, temperatura e tipo de solo.

Existem outros nematoides com alto poder destrutivo para cultivos de beterraba que ainda não foram relatados no Brasil e, por isso, detêm o *status* de praga ausente. Entre estes destaca-se o nematoide-do-

-cisto, *Heterodera schachtii* Schmidt, que causa danos severos à cultura, principalmente em áreas com cultivos de beterraba açucareira. A sua erradicação de áreas infestadas é difícil, pois tem a capacidade de permanecer viável no solo, na forma de cistos, por longos períodos. Além disso, possui elevado poder de reprodução na presença de plantas hospedeiras.

Outros nematoides de grande importância para a cultura e que são ausentes no país são os falsos nematoides-das-galhas, *N. aberrans* (Thorne) Thorne & Allen e *N. dorsalis* Thorne & Allen. Além disto, existem espécies dos gêneros *Trichodorus* Cobb e *Longidorus* (Micoletzky) Filipjev que transmitem vírus a plantas de beterraba como *Tobacco rattle virus* e *Tomato black ring virus*, respectivamente.

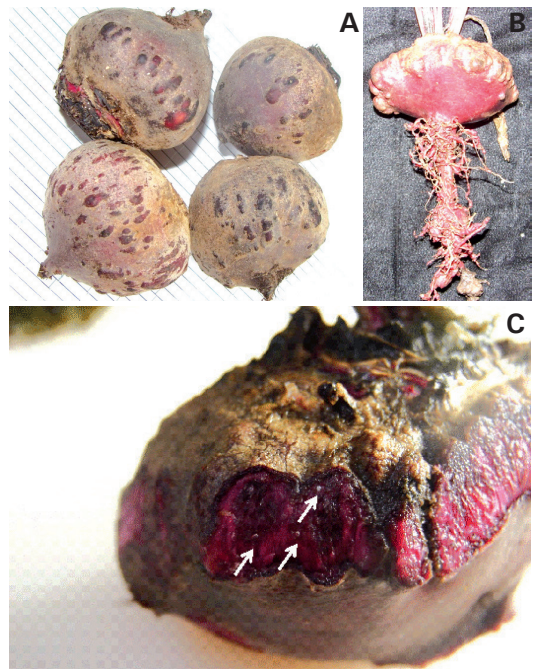
**Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

Das mais de 100 espécies descritas de *Meloidogyne*, algumas parasitam a beterraba e são de importância econômica para a produção da cultura. As mais importantes que ocorrem no Brasil e podem causar grandes perdas são: *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. hapla*, que estão amplamente distribuídas nas áreas produtoras dos Estados Unidos (Steele, 1991), mas não são fatores importantes à produção, porém, causa danos em áreas produtoras de beterraba para mesa no Brasil.

A espécie *M. chitwoodii* Golden, O'Bannon, Santo & Finley possui maior afinidade com a beterraba açucareira em relação ao *M. hapla* e é encontrada em várias regiões produtoras dos Estados Unidos (STEELE, 1991).

### Sintomas

Os principais sintomas são galhas na raiz principal ou galhas protuberantes nas raízes secundárias (Figura 1A e B). As plantas murçam durante o dia e os sintomas geralmente ocorrem em reboleiras (Figura 2).



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Sintomatologia em raízes de beterraba infestadas por *Meloidogyne* sp.: A - sintomas leves; B - sintomas severos e C - fêmeas no interior dos tecidos das raízes da beterraba.

Quando os níveis populacionais presentes estão altos, a planta não consegue se desenvolver, produzindo raízes pequenas para comercialização. Ao descascar as raízes, verificam-se fêmeas de coloração esbranquiçada no interior dos tecidos (Figura 1C).

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Sintomas em reboleira em cultivo de beterraba infestado por *Meloidogyne* spp.

### **Nematoide-do-cisto-da-beterraba-açucareira**

Na produção de beterraba açucareira no mundo o principal problema é a infestação da área de cultivo pelo nematoide-do-cisto *Heterodera schachtii* Schmidt. Porém, é uma espécie quarentenária para o Brasil. Esta espécie causa perdas de 25% a 50% ou mais, especialmente nos climas mais quentes ou quando ocorre o plantio tardio da beterraba. As perdas de açúcar na beterraba ocorrem devido à redução do peso das raízes,

além disso, estes patógenos agravam os prejuízos causados por outros agentes patogênicos, tais como *Cercospora* spp. Sacc. *Rhizoctonia* spp. D.C e viroses.

### **Sintomas**

Infestações de *H. schachtii* podem ocorrer em 100% da área. Quando ocorre de forma localizada, pode formar reboleiras com formato de circular a oval, onde o crescimento das plantas é reduzido com sintomas de clorose na parte aérea.

Em solo altamente infestado, sintomas de tombamento podem ocorrer e as plântulas podem morrer antes mesmo de emergirem do solo. Dependendo da infestação, pode retardar o crescimento da cultura. Mesmo com umidade adequada do solo, as folhas das plantas infectadas geralmente murcham durante o período quente do dia, com recuperação de sua turgescência durante a noite. As folhas das plantas afetadas podem permanecer verdes ou apresentar pronunciado amarelecimento, dependendo da gravidade do ataque. Apresentam geralmente raiz pivotante subdesenvolvida e formação excessiva de raízes fibrosas, que podem ter leve engrossamento com lesões localizadas em locais de penetração do nematoide.

No período de seis semanas após o plantio até a colheita, algu-

mas fêmeas adultas podem ser observadas presas às raízes da beterraba (Figura 1C).

### Falso nematoide-das-galhas

Duas espécies do gênero *Nacobbus* ocorrem em beterraba, produzindo inchaços nas raízes. *N. aberrans* (Thorne) Thorne & Allen e *N. dorsalis* Thorne & Allen são as principais espécies do falso nematoide-das-galhas, sendo que a primeira causa maiores perdas econômicas.

### Sintomas

O falso nematoide-das-galhas apresenta como principal sintoma galhas regulares em cadeia nas raízes, podendo ser facilmente confundido com sintoma do nematoide-das-galhas. Após a penetração, infecção e progresso da doença, plantas parasitadas apresentam nanismo, clorose progressiva, murcha, e redução no número e tamanho das raízes.

### Nematoides do gênero *Trichodorus* e *Longidorus*

As principais espécies de *Trichodorus* que ocorrem em cultivos de beterraba são *Trichodorus primitivus* (de Man) Micoletzky, *T. viruliferus* Hooper, *T. cylindricus* Hooper, *Paratrachodorus anemones* Loof, *P. teres* (Hooper) Siddiqi e *P. pachydermus* (Seinhorst) Siddiqi.

No Brasil, as duas espécies mais comuns são do gênero *Paratrachodorus*: *P. minor* (Colbran) Siddiqi e *P. porosus* (Allen) Siddiqi.

Em relação ao gênero *Longidorus* (Micoletzky) Filipjev, as principais espécies de ocorrência em beterraba são *Longidorus attenuatus* Hooper, *L. elongatus* (de Man) Micoletzky, *L. caespiticola* Hooper e *L. leptocephalus* Hooper.

Estes nematoides são ectoparasitos migradores e os campos infestados podem apresentar manchas difusas, em que as plantas apresentam porte reduzido e desuniformidade de estande. Também apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio ou de manganês.

*Trichodorus* spp. Cobb e *Paratrachodorus* spp. Siddiqi alimentam-se na epiderme das raízes novas e causam a paralisação do crescimento apical, podendo ocorrer a morte das raízes no início da fase de plântula ou causar a formação de raízes laterais, que podem eventualmente apresentar coloração marrom e morrer. Quando sobrevivem, as raízes engrossam e produzem sistema radicular ramificado. Como o ataque concentra-se na parte apical das radículas, o crescimento é paralisado, e as raízes mostram-se curtas e grossas, sendo referidas como “stubby-roots” ou raízes em coto.

*Tobacco rattle virus*, transmitido por *Trichodorus* spp. Cobb, e *Tomato black ring virus*, transmitido por *Longidorus* spp. (Micoletzky) Filipjev, estão associados a plântulas de beterraba.

### **Outras espécies de nematoides**

Outras espécies de nematoides podem atacar a cultura da beterraba, porém, não são importantes para a cultura. Dentre eles destacam-se: *Aphelenchus avenae* Bas-

tian, *Belonolaimus gracilis* Steiner, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev, *Ditylenchus destructor* Thorne, *Helicotylenchus microlobus* Perry, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Hemicycliophora similis* Thorne, *Neotylenchus abulbosus* Steiner, *Paratylenchus projectus* Jenkins, *Pratylenchus scribneri* Cobb, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Tylenchorhynchus dubius* (Buetschli) Filipjev.



## Capítulo 5

### Cará e inhame

O inhame [*Dioscorea* spp.] é uma excelente fonte de carboidrato, por isso possui extrema importância econômica para os países Africanos, bem como para algumas regiões da Ásia até a Índia, Japão e países do Caribe. No Brasil, é cultivado principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, e se configura como excelente *commodity* para os estados Nordestinos.

Durante o cultivo do inhame inúmeros são os problemas fitossanitários, entre eles o ataque de pragas como lagartas e fungos, porém, os nematoides são os principais causadores de perdas para a cultura. Mesmo armazenadas, as túberas do inhame continuam a sofrer danos de-

vido ao ataque dos nematoides, que continuam sua multiplicação.

Os principais nematoides causadores de danos a cultura são representados pelo nematoide-da-casca-preta-do-inhame [*Scutellonema bradys* (Steiner; Lelewel) Andrassy], nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) e o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

#### **Nematoide-da-casca-preta-do-inhame – *Scutellonema bradys***

É considerado o de maior importância devido à sua ampla disseminação e número de hospedeiros, além de continuar sua reprodução e multiplicação nas túberas armazenadas, ocasião na qual pode ocorrer a maior taxa de

reprodução. As perdas na cultura do inhame podem variar de 20% a 30%. Machos são comuns na espécie e a reprodução se dá por anfimixia.

### Sintomas

O principal sintoma devido ao parasitismo dá-se com áreas necrosadas escuras por toda a túbera, em geral estas áreas são profundas (1 cm a 2 cm) com aspecto de podridão seca. Ao descascar o inhame, observa-se uma coloração creme a amarelo clara logo abaixo da última camada externa da túbera. Com o passar do tempo e o progresso da doença, ocorre escurecimento interno (lesões), podendo surgir rachaduras na parte externa da casca. O tecido afetado abaixo da camada externa torna-se escuro a preto, depreciando toda túbera para a comercialização e o consumo (Figura 1).

Na parte aérea da planta geralmente os sintomas são despercebidos, uma vez que são acentuados apenas nas túberas.

### Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus coffeae*.

O nematoide-das-lesões-radiculares na cultura do inhame é representando principalmente pela espécie *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven. Todavia *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, pode ocorrer causando danos a cultura. Destaca-se a ocorrência de *P. coffeae* juntamente a *Scutellonema bradys* na mesma área de cultivo (Figura 51). Embora haja o estabelecimento de uma população sobre a outra.

### Sintomas

Os sintomas são muito parecidos com os causados pelo nematoide-da-casca-preta-do-inhame. Ocorrem lesões escuras (pretas) e rachaduras. Ao descascar o inhame nas camadas abaixo da casca podem ser encontradas lesões escuras que se tornam esponjosas (Figura 2). Essa espécie continua sua multiplicação e reprodução nas túberas armazenadas.

### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

Embora os dados relativos aos danos causados pelo nematoide-das-

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Sintomas em túberas de inhame causados pelo complexo *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus coffeae*.

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Sintomas em túberas de inhame causados por *Pratylenchus coffeae*.

galhas na cultura do inhame sejam poucos quando comparados com os outros nematoides descritos anteriormente, diversas espécies de *Meloidogyne* podem estar associados às túberas de inhame, entre estas podem ocorrer *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*.

### Sintomas

Ocorre deformação das túberas, que ficam com um aspecto rugoso, o que reduz seu valor comercial (Figura 3).

O nematoide destrói e reduz o número de raízes secundárias impedindo a absorção de nutrientes para a planta. Também com a infecção por *Meloidogyne* spp. outros fungos podem atacar as túberas armazena-



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 3.** Sintomas em inhame causados por *Meloidogyne* spp.

das como *Penicillium* spp. Link, *Monilia* sp. Honey e *Rhizopus nigricans* Ehrenberg. Em campo, pode haver o aumento da incidência de *Fusarium* sp. Link ex Grey, *Sclerotium rolfsii* Sacc. e *Rhizoctonia* sp. D.C, os quais podem contribuir para o rápido apodrecimento dos tecidos das raízes e das túberas.

### Outras espécies de nematoides

Outros nematoides podem ocorrer na cultura do inhame-cará, entretanto, os danos causados bem como estudos da interação nematoide *versus* inhame necessitam ser elucidados. Entre eles destacam-se *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Aphelenchoides besseyi* Christie e *Paratrichodorus porosus* (Allen) Siddiqi.



## Capítulo 6

### Cenoura

**A** cenoura (*Daucus carota* L.) é considerada uma das cinco principais hortaliças consumidas pelo brasileiro, entretanto seu consumo ainda é considerado bastante baixo, cerca de 4,0 kg/habitante/ano.

Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Paraná e Bahia são os grandes produtores no país. No Brasil, as áreas de produção, em municípios polos como São Gotardo, MG, apresentam rendimento médio superior a 50 caixas de 29 kg por hectare. Em lavouras de alta tecnologia, a média pode superar a 90 caixas de 29 kg. Nos plantios de baixa tecnologia pelo país, para consumo nas propriedades ou comercialização em feiras de pequenos pro-

dutores, sua contabilização torna-se difícil (SANTOS et al., 2015).

Dentre as principais características dos híbridos a serem desenvolvidos pelos programas de melhoramento destacam-se a resistência a víruses, bactérias e principalmente aos nematoides (SANTOS et al., 2015)

Os nematoides constituem um dos principais problemas para o cultivo da cenoura em praticamente todas as regiões do mundo. As perdas variam de 20% até 100%, dependendo da densidade populacional, da suscetibilidade da cultivar, da espécie de nematoide, do tipo de solo e das condições ambientais (temperatura e umidade relativa).

Os nematoides causam grandes perdas em cultivos de cenoura, pois reduzem a quantidade e a qualidade do produto colhido. Em certas circunstâncias, a perda de peso nas raízes não é tão significativa quanto às alterações no formato, visto que esta parte da planta sofre alterações físicas e químicas em resposta ao ataque dos nematoides, com interferência direta na classificação comercial do produto.

### **Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.**

No Brasil, os danos mais significativos em cultivos de cenoura são resultantes do ataque do nematoide-das-galhas, geralmente *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, que são as espécies com maior distribuição na cultura, embora outras espécies como *M. hapla* e *M. arenaria* sejam identificadas em áreas isoladas de cultivos de cenoura pelo país.

### **Sintomas**

O principal sintoma resultante da alimentação dos nematoides nas raízes de cenoura é a formação de galhas, também chamada de “pipocas”, além de alterações no comprimento e no diâmetro da raiz principal. Também ocorrem como sintomas característicos bifurcações na cenoura, conhecidas como “gancho” por alguns produtores.

Quando ocorre o ataque do nematoide-das-galhas na cultura da cenoura em fases iniciais, até os 35

dias após a emergência, os danos em regra são muito mais severos quando comparados com uma fase posterior. O principal sintoma em plantas infectadas na fase inicial, aos 25 a 35 dias após a semeadura, é o amarelamento foliar em consequência da localização de galhas no prolongamento da raiz principal, que obstruem a absorção de água e de nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio. Além disso, é possível observar na lavoura regiões com reboleiras, apresentando plantas menores em relação às demais (Figura 1). Assim, os sintomas devido ao ataque dos nematoides em cenoura podem ser variáveis (Figuras 2 e 3).

É importante salientar que outros fatores como solo compactado e insetos de solo também podem provocar má formação da raiz principal. Todavia, a presença de galhas nas raízes é um indicativo de que o nematoide-das-galhas é o causador da doença.

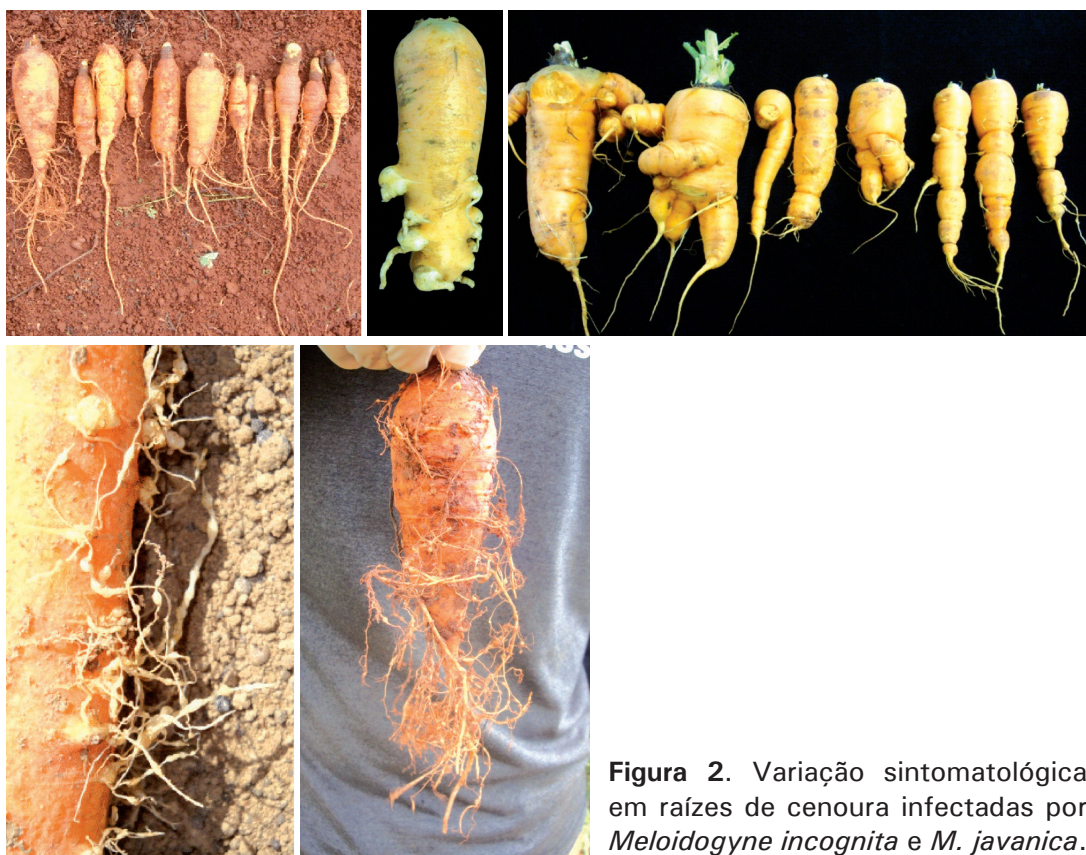
### **Outras espécies de nematoides**

*Pratylenchus brachyurus* Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Scutellonema* spp. (de Germani, Baldwin, Bell & Wu), *Tylenchorhynchus* Cobb e *Mesocriconema* Andrassy podem estar associados a cultura da cenoura, porém, os danos e a interação nematoide *versus* planta necessitam de estudos mais aprofundados.



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Falhas no estande de cenoura cultivadas com 35 dias após o plantio (A) e detalhe das galhas nas raízes de plântulas de cenoura infectadas pelo nematoide-das-galhas (B).



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Variação sintomatológica em raízes de cenoura infectadas por *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.



**Figura 3.** Sintomas em raízes de cultivares de cenoura infectadas pela mistura populacional de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*: A - Roxa Cosmic e B - Vermelha Atomic.

## Capítulo 7

### Mandioquinha-salsa

O cultivo de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) representa uma ótima alternativa para pequenos e médios produtores, especialmente agricultores familiares, em função da considerável demanda por mão-de-obra, principalmente nas fases de preparo de mudas, plantio e colheita, operações que exigem critério e capricho no manuseio.

A mandioquinha-salsa atinge elevadas cotações e a oscilação de preços é relativamente pequena ao longo do ano quando comparada a outras hortaliças. O consumo de mandioquinha-salsa é comum nas regiões Sudeste e Sul. No Centro-Oeste, seu consumo ainda é pequeno, mas existe

tendência de crescimento, e no Norte e Nordeste é quase desconhecida.

Dentre os problemas fitossanitários da cultura, destacam-se os nematoides, sendo que no Brasil, os mais comuns em mandioquinha-salsa são o nematoide-das-galhas e o nematoide-das-lesões-radiculares, pertencentes aos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, respectivamente.

Dentre os nematoides do gênero *Meloidogyne*, verifica-se com maior frequência a ocorrência das espécies *M. incognita* e *M. javanica*. Em relação aos nematoides do gênero *Pratylenchus*, as espécies mais frequentes na cultura são *P. penetrans*, *P. coffeae* e *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven.

Estes patógenos de solo podem reduzir a quantidade e a qualidade do produto colhido, com interferência direta na classificação comercial do produto, podendo afetar até 100% da produção.

Vale salientar que nos últimos anos *Scutellonema bradys* tem aparecido com frequência em áreas de produtores da região do Distrito Federal causando prejuízos.

#### **Nematoide-das-galhas - *Meloidogyne* spp.**

As espécies de nematoide-das-galhas *M. incognita* (LORDELLO; ZAMITH, 1960) e *M. hapla* (LORDELLO, 1970) já foram encontradas em materiais de mandioquinha-salsa provenientes de São Paulo e Minas Gerais. Outras espécies como *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. ethiopica* tem ocorrido em áreas de produção.

#### **Sintomas**

Na cultura da mandioquinha-salsa, as alterações na qualidade das raízes, na maioria das vezes, são mais importantes que a redução da produtividade. As raízes infectadas apresentam menor tamanho e ficam com a aparência comprometida por defeitos, reduzindo drasticamente seu valor comercial em virtude de alterações físicas (aparência) e químicas (nutricionais).

Os sintomas típicos da doença são a presença de galhas nas raízes

principais e laterais, além de deformação e alteração na superfície das raízes. Nesta cultura, além da formação de galhas, outro sintoma típico é a grande proporção de raízes longo-afinadas, conhecidas como raízes “palito” ou “rabichos” (Figura 1).

Em determinadas situações, o grande número de galhas e a não formação de raízes que se apresentam em formato de palito, altera drasticamente a qualidade do produto bem como a produção colhida (Figura 2).

Plantas de mandioquinha-salsa infectadas por estes nematoides também se tornam pequenas, com intenso amarelecimento aéreo e pouco crescimento, semelhante a plantas com sintomas de deficiência mineral (NOZAKI; CAMPOS, 1991).

Cultivares suscetíveis favorecem a alta multiplicação dos nematoides na área de cultivo por apresentarem ciclos vegetativos demasiadamente longos em relação a outras espécies de hortaliças. Tal fato possibilita maior número de gerações de nematoides por ciclo de cultura, aumentando a população do patógeno e as perdas, devido à produção de raízes com baixo valor comercial (SANTOS; SILVA, 1984).

#### **Nematoide-das-lesões-radiculares – *Pratylenchus* spp.**

O nematoide-das-lesões-radiculares, *Pratylenchus penetrans*, foi



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 1.** Galhas em raízes de mandioquinha-salsa causadas por *Meloidogyne incognita*: A - galhas e B - galhas e formação de raízes palito.

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Perdas na colheita de mandioquinha-salsa devido à grande infestação em campo causadas por *Meloidogyne incognita*.

relatado causando danos em mandioquinha-salsa em raízes provenientes de Embú-Guaçu no estado de São Paulo (MONTEIRO, 1980).

Em 1999, espécies de nematoides-das-lesões-radiculares, como *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven e *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven foram constatados em lavouras de mandioquinha-salsa nos municípios de Domingos Martins, Marechal Floriano e Vargem Alta, no estado do Espírito Santo, causando elevadas perdas na produção de raízes comerciais (COSTA et al., 1998, 2000).

Posteriormente, em 2001, *P. penetrans* foi relatado no município de Castro, no estado do Paraná (MENDES et al., 2001).

Dessa maneira, sabe-se que em cultivos de mandioquinha-salsa as espécies *P. penetrans*, *P. coffeae* e *P. brachyurus* podem ocorrer em diferentes regiões do país.

### Sintomas

O principal sintoma da infecção pelo nematoide-das-lesões-raiculares é a presença de lesões de coloração avermelhada nas raízes, que com o passar do tempo evoluem para coloração marrom escuro a preta. Com o progresso da doença, as raízes tornam-se apodrecidas.

Os sintomas na parte aérea não são característicos, porém, incluem o nanismo, clorose e outros sintomas associados à deficiência nutricional (ROBERTS; MULLENS, 2002). Estes sintomas podem se manifestar na forma de reboleiras com manchas características em determinados pontos da lavoura.

Nas lesões das raízes doentes podem ocorrer também rachaduras, geralmente longitudinais, que são porta de entrada para bactérias, que aceleram o apodrecimento e tornam as raízes sem valor comercial (Figura 3) (COSTA et al., 2000).

Ao cortar as raízes, observa-se no cilindro central um anel escurecido devido à destruição da lamela média das células parasitadas, com consequentes alterações bioquímicas no interior das raízes (Figura 4). Com o processamento das raízes em laboratório, observam-se formas vivas do nematoide que estavam presentes no interior do tecido parasitado.

### Nematoide-da-casca-preta-do-inhame – *Scutellonema* spp.

Nos últimos 5 anos, a presença de *Scutellonema* em mandioquinha-salsa em áreas de produtores do Distrito Federal referente ao *S. bradys* tem sido frequente. Na literatura, as informações relativas à interação e à ocorrência de *Scutellonema* em mandioquinha-salsa são escassas.

### Sintomas

Os sintomas provocados por *Scutellonema* em mandioquinha-salsa são diferentes dos sintomas de *Pratylenchus*. Inicialmente, ocorrem pequenas depressões com manchas (pontos) de coloração avermelhada ao longo da raiz, ficando com um aspecto de 'ralada'. Ao descascar as raízes, na camada interna observa-se uma descoloração dos tecidos, que se tornam manchados de branco e amarelo mais escuro.

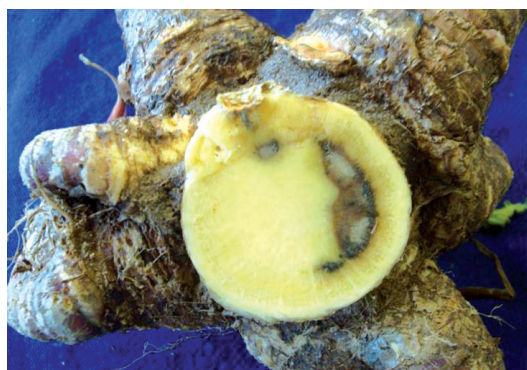
Com o progresso da doença e multiplicação dos nematoides, estas



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 3.** Sintomas em raízes de mandioquinha-salsa devido à infecção pelo nematoide-das-lesões-radicales (*Pratylenchus* sp.).

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 4.** Anel escurecido no cilindro central devido à destruição da lamela média das células parasitadas por *Pratylenchus* sp., com consequentes alterações bioquímicas no interior das raízes de mandioquinha-salsa.

lesões tornam-se escuras a pretas e, em casos extremos, ocorre uma podridão seca das raízes (Figura 5).

### Outras espécies de nematoides

Outros nematoides podem estar associados a cultura da mandioquinha-salsa, porém, os danos e a interação entre o nematoide e a cultura necessitam de estudos mais aprofundados. São estes: *Hemicycliophora* de Man, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Tylenchorhynchus* Cobb e *Mesocriconema* Andrassy.



**Figura 5.** Sintomas em raízes de mandioquinha-salsa devido à infecção por *Scutellonema bradys*.



## PARTE 5

### *Hortalças não convencionais ou tradicionais*

Hortalças não convencionais ou tradicionais são espécies de plantas que ainda não receberam a devida atenção por parte da comunidade técnico-científica e da sociedade como um todo, resultando em consumo restrito a algumas localidades ou regiões, com dificuldades de expansão para as demais regiões do país. Além disso, são culturas que não estão organizadas enquanto cadeia produtiva propriamente dita, não despertando o interesse por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos (MANUAL..., 2010).



## Capítulo 1

### Peixinho, coentrão, macaia, chuchu de vento e bertalha

O cultivo de hortaliças não convencionais ou tradicionais no Brasil é feito normalmente por agricultores familiares, muito deles caracterizados como populações tradicionais. A maioria dos cultivos está estabelecida nos quintais para o consumo da própria família, sem nenhum fim comercial, apesar de algumas espécies possuem grande apelo comercial, por exemplo, inhame [*Dioscorea spp.* (L.)] e maxixe (*Cucumis anguria* L.) (MANUAL..., 2010). Entretanto, estas espécies locais de hortaliças tradicionais necessitam de estudos a respeito de sua propagação, de seu consumo, bem como de seu comportamento em relação às doenças.

Em relação às doenças, estas hortaliças geralmente são afetadas por nematoides, podendo ser consideradas, em determinadas situações, ótimas hospedeiras como exemplo: peixinho (*Stachys lanata* Jacq.), coentrão (*Eryngium campestres* L.), jacatupé [*Pachirhizus tuberosus* (Lam.) Spreng], chuchu-de-vento [*Cyclanthera pedata* (L.) Schrader] e bertalha (*Basella rubra* L.). Estas se destacam como meios de disseminação de nematoides para outras áreas.

O principal nematoide de ocorrência nas hortaliças tradicionais é representado pelo nematoide-dagalhas, que se multiplica com rapi-

dez, podendo inviabilizar áreas para plantios subsequentes. Também pode haver o ataque de nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.), bem como do nematoide-da-casca-preta-do-inhame (*Scutellone-ma bradys*). Entretanto, a ocorrência maior e os danos são representados por *Meloidogyne*.

### Nematoide-das-galhas – *Meloidogyne* spp.

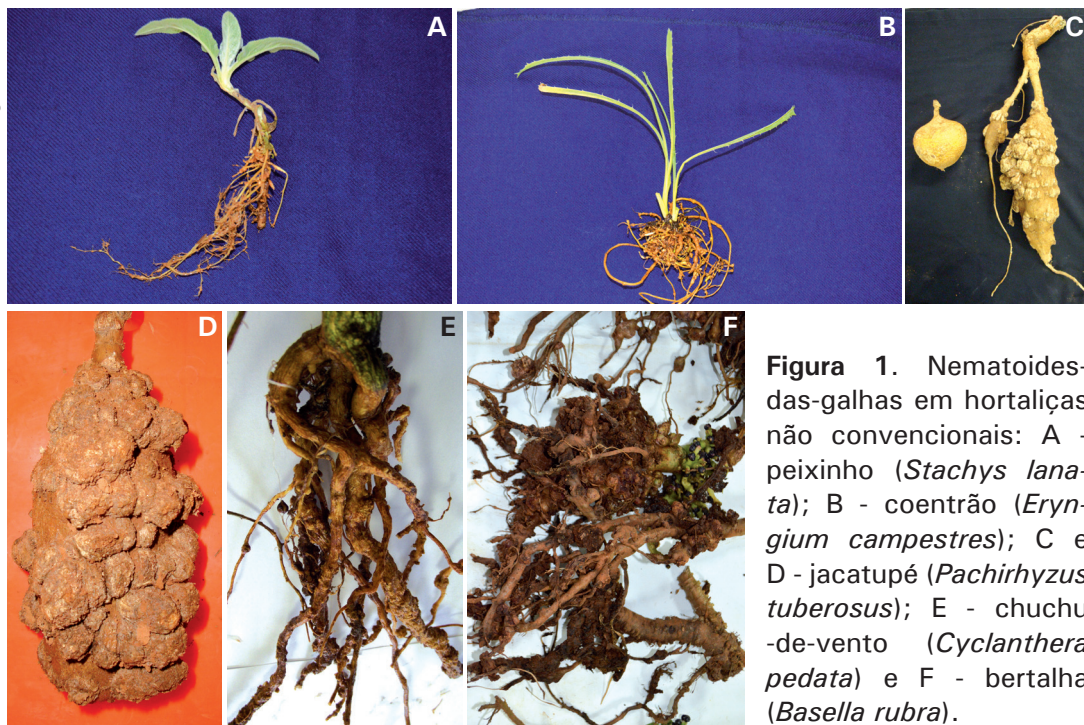
Em hortaliças tradicionais, as principais espécies de *Meloidogyne* que ocorrem nestas culturas são *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*. Porém, os estudos sobre a interações destas espécies com estes hospedei-

ros são escassos, razão pela qual se faz necessária a realização de pesquisas visando à implementação e ao manejo de práticas consistentes para reduzir ou erradicar a ação destes patógenos.

### Sintomas

Os principais sintomas do ataque do nematoide-das-galhas é o grande número de galhas nas raízes causadas pela alimentação e pela penetração no sistema radicular destas hortaliças (Figura 1). Na parte aérea pode ocorrer o amarelecimento das folhas e o ataque geralmente apresenta, como consequência, as reboleiras.

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Nematoídes-das-galhas em hortaliças não convencionais: A - peixinho (*Stachys lanata*); B - coentrão (*Eryngium campestris*); C e D - jacatupé (*Pachirhizus tuberosus*); E - chuchu-de-vento (*Cyclanthera pedata*) e F - bertalha (*Basella rubra*).

# PARTE 6

## Amostragem para diagnose de nematoídes em cultivos de hortaliças

O correto diagnóstico da espécie de nematoíde envolvida é feito pela análise de amostras de solo e de raízes em laboratório especializado, visando conhecer as densidades populacionais destes organismos no solo, na fase de pré-plantio e nas fases posteriores de desenvolvimento da cultura. Com isso, pode-se preventivamente reduzir os prejuízos antes do plantio, bem como amenizar as perdas em caso de o nematoíde já estar instalado na lavoura.

Dessa maneira, nos próximos capítulos são apresentados os métodos relativos à coleta de amostras tanto de solo quanto de parte dos vegetais com o objetivo de identificar os possíveis ataques promovidos pelos nematoídes.



Pontos de amostragem

Raízes + solo



## Capítulo 1

### Coleta de amostras de solo

**N**a coleta de amostras de solo para análise, pequenas porções, em torno de 200 g, deverão compor cada amostra simples. Recomenda-se coletar de 15 a 20 amostras simples (subamostras) por hectare (Figura 1). À medida que se caminha em zig-zag pela área suspeita, as subamostras de solo deverão ser coletadas em profundidade de 20 cm a 30 cm ao redor das plantas e, posteriormente, homogeneizadas. Em seguida, a amostra composta é formada adicionando-se em saco de polietileno, cerca de 400 g a 500 g

de solo homogeneizado. A amostra composta deve ser identificada e enviada para um laboratório especializado. Para áreas extensas e irregulares, é recomendável a sua divisão em quadrantes e a retirada de uma amostra composta por quadrante.

Caso não seja possível enviar as amostras no mesmo dia, estas devem ser armazenadas e mantidas em temperaturas entre 10 °C e 15 °C, ou deixadas à sombra para que não ocorra o ressecamento, que dificulta o correto diagnóstico em laboratório.



**Figura 1.** Esquema de amostragem em áreas cultivadas com cenoura suspeitas de contaminação por fitonematoides.

## Capítulo 2

### Coleta de amostras de partes vegetais

**P**ara a coleta e o envio de partes vegetais para um laboratório especializado, algumas amostras de raízes, bulbos, túberas e/ou tubérculos (3 a 5) e em torno de 100 g de radículas deverão compor cada amostra simples. Deve-se coletar em torno de 8 a 10 amostras simples (subamostras) por hectare. A coleta realizada em canteiros deverá ser feita arrancando-se até 10 plantas por m<sup>2</sup> de alguns pontos do canteiro, procedendo-se à coleta de solo no local em que as plantas foram arrancadas e descartando-se a camada dos 5 cm a 10 cm de solo superficial. Em seguida, estas amostras devem ser homogeneizadas e retiradas cerca de 3 a 5 raízes, bulbos, túberas e/ou tubérculos para formar

a amostra composta, que deverá ser colocada em um saco plástico com a identificação da área. Deve-se evitar umidade em excesso para que não haja a proliferação de fungos e apodrecimento das amostras.

Também, é importante lembrar que as amostras com imperfeições nas raízes, galhas e ou protuberâncias, lesões escuras, rachaduras e murchamento na parte aérea devem ser escolhidas preferencialmente. No caso da cultura do alho (*Allium sativum* L.) e da cebola é recomendável a coleta da parte aérea. Se houver plantas daninhas na área, é recomendado que se retire e se verifique os sintomas nas raízes. Além disso, também é recomendável a coleta

destas plantas principalmente se a área estiver limpa e sem algum cultivo.

É importante lembrar que no caso do nematoide-das-galhas a identificação geralmente é feita com a fêmea adulta, que se encontra alojada no interior das raízes.

Em caso de viveiros de produção de mudas, deve-se coletar 10 mudas

ao acaso a cada mil mudas. Estas devem ser acondicionadas e enviadas a um laboratório para análise.

Caso não seja possível enviar estas amostras rapidamente, estas devem ser guardadas em ambiente frio entre 8 °C e 10 °C, para que não ocorra o ressecamento, o que dificulta o correto diagnóstico laboratorial.



# PARTE 7

## *Manejo de nematoídes em hortaliças*

Na prática, o controle dos nematoídes em hortaliças não é tarefa fácil. Isso porque esses micro-organismos são habitantes de solo onde, sob condições favoráveis de temperatura e umidade, multiplicam-se com rapidez e ficam protegidos da ação de substâncias tóxicas presentes nos agrotóxicos ou produzidas por organismos antagonísticos.

Além disso, para a maioria das hortaliças cultivadas o cultivo é intensivo ao longo do ano e a sucessão de culturas suscetíveis pelo horticultor faz com que o problema se agrave ano a ano. Outro ponto importante é que grande parte dos produtores de hortaliças sobrevivem de plantios em pequenas áreas, não dispondo de outras áreas para plantio durante a rotação de culturas.

Dessa maneira, para seu controle, é de grande importância a integração de várias medidas que vão desde a escolha da área de plantio, das mudas até a colheita. Dentre estas medidas, as principais são: utilização de cultivares resistentes, prevenção, rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, eliminação de restos culturais e tigueras, eliminação de plantas daninhas, utilização de matéria orgânica como a manipueira, solarização, variedades resistentes, controle biológico e, em último caso, recomenda-se o controle químico.



## Capítulo 1

### Hortalças folhosas e frutos

#### **P**revenção

A prevenção é sempre a melhor forma de controle de patógenos de solo, em especial os nematoides. Devido ao fato de os nematoides se moverem lentamente no solo, ocasião em que a distância percorrida por eles, ao ano, provavelmente, não exceda uns poucos metros (AGRIOS, 2005), sua principal forma de disseminação é passiva, por meio da movimentação do solo, água da chuva ou irrigação e mudas contaminadas.

A prevenção preserva a área de cultivo livre desses patógenos pois, uma vez introduzidos na propriedade, o produtor terá que conviver com o problema, já que sua erradicação é

praticamente impossível. Dessa forma, os métodos usuais de controle têm como objetivo principal reduzir ou manter as densidades populacionais dos nematoides em níveis baixos, que não causem perdas econômicas (CHARCHAR, 1999).

A utilização de jatos fortes de água para remoção de solo aderido a máquinas e implementos antes da entrada em outras áreas é eficiente medida para evitar disseminação destes patógenos por meio de partículas de solo aderidas aos pneus e demais partes do maquinário. Também deve se ter o cuidado na obtenção de mudas isentas destes patógenos (Figura 1), realizar amostragem sempre que for fazer o plantio em novas e/

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 1.** Produção de mudas de pimentão em bandejas suspensas.

ou outras áreas e se informar sobre o histórico da área, quais espécies vegetais foram cultivadas anteriormente ao plantio, dentre outras medidas.

### Rotação de culturas

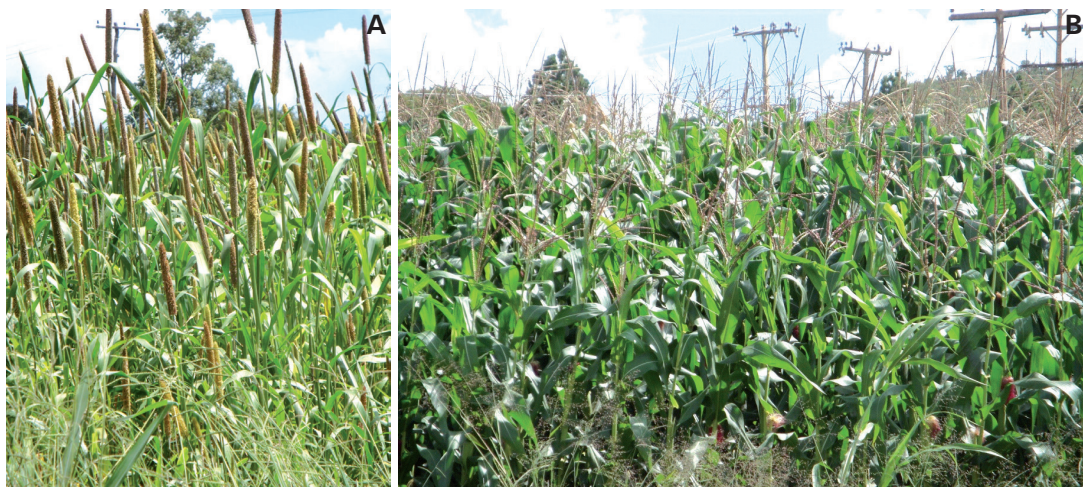
A rotação de culturas é uma das práticas mais importantes e efetivas na redução de patógenos de solo em uma propriedade, inclusive os nematoides. A tarefa, entretanto, não é tão

fácil, pois *M. incognita* e *M. javanica* apresentam mais de 1.000 espécies de plantas hospedeiras conhecidas. *Meloidogyne incognita*, por exemplo, possui quatro raças (1, 2, 3 e 4), que são caracterizadas por atacar diferentes espécies de plantas. Rotacionar cultivos de hortaliças com culturas que não hospedem um determinado patógeno tem como finalidade a eliminação total ou parcial destes organismos pela subtração do seu alimento.

Assim, em áreas infestadas pela espécie *M. javanica*, sugere-se a rotação com sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.], mamona (*Ricinus communis* L.), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown] e cultivares de milho (*Zea mays* L.) resistentes a esta espécie (Figura 2).

Plantas da família Brassicaceae, como couve-chinesa (*Brassica rapa*

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 2.** Rotação de culturas com gramíneas para o manejo do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.): A - milheto e B - milho.

*L. subsp. chinensis*), mostarda-preta [*Brassica nigra* (L.) Kosh] e repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) apresentam bons níveis de tolerância ao nematoide-das-galhas. A mostarda (*Sinapis alba* L.), tolerante a *M. incognita* e *M. javanica*, também pode viabilizar os cultivos subsequentes de hortaliças (CHARCHAR, 1999).

É importante escolher a espécie e a cultivar correta para plantio em sucessão ao cultivo de hortaliças, pois existem outras espécies de nematoides, como *Pratylenchus* spp., que podem tornar-se grave problema em algumas hortaliças, como tomate, pimentão dentre outras, elevando seus níveis populacionais durante o ciclo vegetativo destas hospedeiras. Espécies deste gênero apresentam menor número de plantas hospedeiras em relação ao nematoide-das-galhas. Entretanto, multiplicam-se e aumentam seus níveis populacionais de forma rápida em algumas espécies de gramíneas como capim-jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.], capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e braquiárias [*Brachiaria* spp. (Trin.) Griseb], com danos expressivos quando o cultivo de algumas hortaliças, como tomate, pimentão, mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.), batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] e batata (*Solanum tuberosum* L.), é realizado em áreas que foram utilizadas como pastagens. E é fato que algumas

cultivares de milho podem reduzir a população de *Meloidogyne* spp. e de *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e aumentar a de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven.

Em relação ao nematoide-reniforme, *R. reniformis*, a rotação de culturas pode ser útil no seu manejo em coentro, melancia e em outras cucurbitáceas. Plantas não hospedeiras, como crotalárias e cravo-dedefunto, quando incorporadas em esquemas de rotação no sistema de cultivo de hortaliças que são hospedeiras desta espécie, podem auxiliar na redução dos níveis populacionais desse patógeno.

### Alqueive

Outra prática cultural de grande importância é o alqueive, que constitui em manter o terreno limpo sem a presença de culturas ou plantas daninhas. O solo permanece sem vegetação por determinado período, mediante a adoção de práticas como capinas manuais, arações, gradagens e aplicação de herbicidas (Figura 3).

Resultados de ensaios de pesquisa demonstram redução acima de 75% da população de nematoides-das-galhas no campo durante os dois primeiros meses de alqueive e menos de 10% de sobrevivência após três meses (SANTOS, 2004; DUTRA et al., 2006). O alqueive reduz a população não só dos nematoides-das-galhas, como de outras espécies destes para-



**Figura 3.** Alqueive reduz a população de nematoides pela falta de alimentação e exposição destes organismos aos raios solares.

sitos pela ação dos raios solares. A luz solar apresenta efeito nematicida devido à fração ultravioleta do espectro. A eficiência do alqueive vai depender de sua duração, da temperatura e da umidade do solo, e da espécie de nematoide envolvida. É recomendável deixar certo nível de umidade no solo (alqueive úmido) (DUTRA et al., 2006), que permite a eclosão dos juvenis e o movimento destes. Com esta movimentação, os espécimes consumirão mais suas reservas energéticas e morrerão por inanição.

Em hortaliças cujo nematoide reniforme causa problemas, o manejo é dificultado porque persistem por longos períodos no solo sem um hospedeiro. Estádios móveis de *R. reniformis* po-

dem sobreviver no solo por pelo menos 6 meses em temperaturas variando de -4 °C a 25 °C (HEALD; INSERRA, 1988). Assim, a utilização de alqueive como medida de controle não pode ser considerada uma opção viável para este caso.

Vale lembrar que o alqueive é uma prática que possui o inconveniente do custo de manter o solo limpo por determinado tempo, com redução de lucro para o produtor e o favorecimento de erosões em regiões onde ocorrem chuvas elevadas.

### Uso de plantas antagonistas

O plantio de plantas antagonistas causa redução dos níveis populacionais de nematoides em diferentes

culturas. Crotalárias (*Crotalaria spectabilis* Roth), *C. juncea* L.), cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L.) *T. minuta* L., *T. erecta* L. e mucunas [*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland] são exemplos de plantas antagonistas que são utilizadas com sucesso no controle de nematoides. Merece destaque o fato de que a mucuna-preta [*M. aterrima* (Piper & Tracy) Holland] tem comprovada eficácia para *M. incognita*, mas não funciona para *M. javanica*. Para o controle das espécies de *Pratylenchus* as opções são menores. Neste caso, indica-se apenas o plantio de *C. spectabilis* e de cravo-de-defunto.

As plantas antagonistas podem permitir a invasão de nematoides, porém, não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta. Em trabalho realizado por Silva et al. (1990), os autores realizaram estudos histopatológicos em raízes de *Crotalaria spectabilis* e *C. juncea*, parasitadas por *M. javanica*, e demonstraram que o nematoide provoca a formação de células gigantes em ambos hospedeiros.

Entretanto, na comparação com raízes de tomateiro cultivar Rutgers infectadas pela mesma espécie de nematoide, foi observado que nas crotalárias as células gigantes apresentaram citoplasma mais denso, de aspecto granuloso, com menor número de núcleos e, em muitas delas, ausência de grandes vacúolos. Nas raízes destas duas espécies de cro-

talárias, as células gigantes foram menores e em menor número quando comparadas com as raízes de tomateiro infectadas por *M. javanica*. Isto evidencia que, *C. spectabilis* e *C. juncea* são menos eficientes em suprir as necessidades do nematoide em relação ao tomateiro suscetível.

Segundo os autores, estas observações podem explicar o lento desenvolvimento de *M. javanica* nas raízes das crotalárias devido à ineficiência das células gigantes formadas em relação às formadas nas raízes de tomateiro.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é que as crotalárias produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe o movimento dos juvenis. Assim, é recomendável seu cultivo até aproximadamente 80 dias, seguidos da incorporação da massa verde, pois se deve evitar o início da floração para não dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais fibrosos.

No caso do cravo-de-defunto, ocorre liberação de exsudatos radiculares que possuem ação tóxica sobre os nematoides. Esta planta libera uma substância tóxica aos nematoides denominada de  $\alpha$ -tertienil.

As plantas antagonistas, crotalárias e mucunas, podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou serem incorporadas ao solo na forma

de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas e químicas do solo por torná-lo mais friável e descompactado estruturalmente, e pela incorporação de fertilizantes naturais.

No caso de cravo-de-defunto, apesar do seu potencial efeito nematocida, esta planta não constitui adubo verde e as sementes comerciais para aquisição são adquiridas em envelopes com pequenas quantidades. Portanto, em determinadas situações, principalmente para pequenas áreas contaminadas, seu uso pode ser viável.

### **Eliminação de restos culturais e tigueras**

Não é recomendada a manutenção e a incorporação de restos culturais e tigueras infectados por nematoides na área cultivada, por inviabi-

lizar os métodos usuais de controle, considerando que os nematoides alojados nos restos de raízes nas áreas de plantio tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle.

Nos sistemas radiculares que ficam no solo, o nematoide-das-galhas sobrevive principalmente na forma de ovos, que ficam protegidos dentro da massa de ovos aderidas às fêmeas no interior das raízes ou mesmo externamente ao sistema radicular.

Dessa maneira, o ideal é a retirada de todo sistema radicular de plantios anteriores e efetuar a destruição destes restos, principalmente dos sistemas radiculares. Evitar também a utilização de tutoramento com restos de culturas é fundamental para que não ocorra infestação por nematoides na área (Figura 4).

Fotos: Jadir Borges Pinheiro

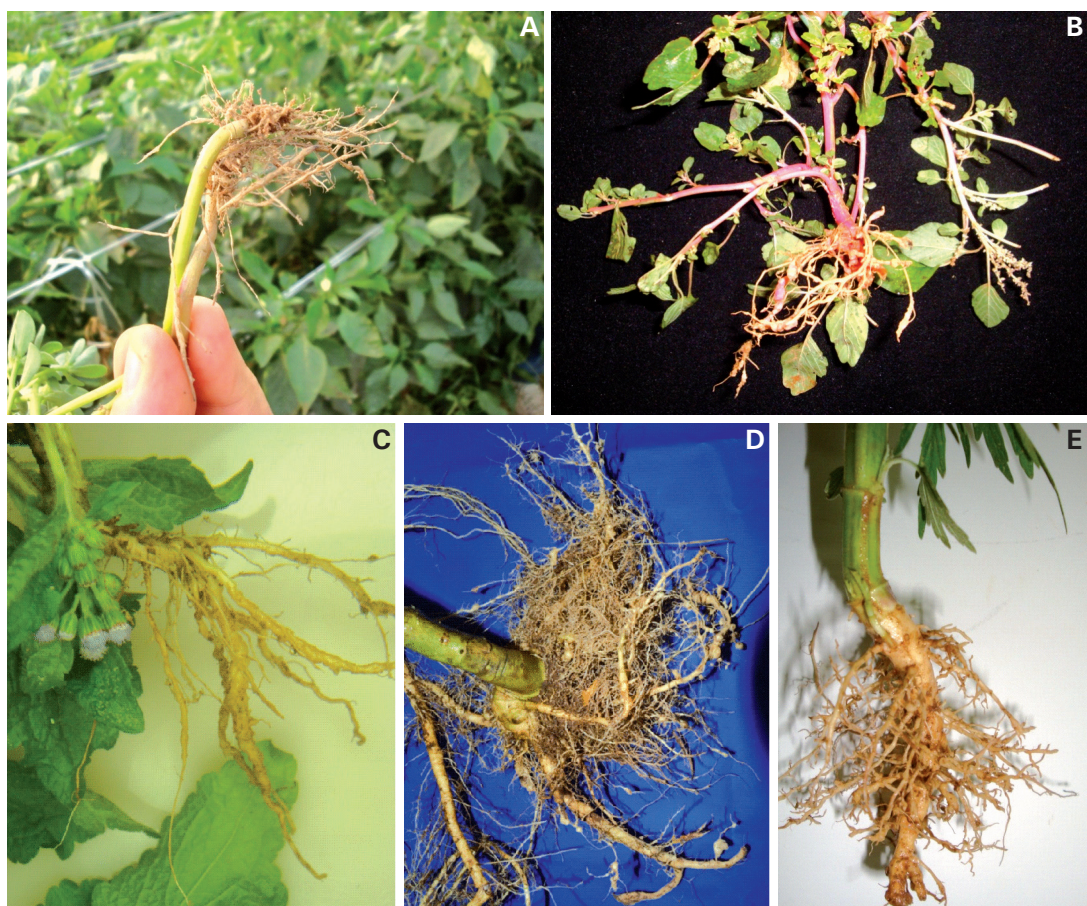


**Figura 4.** Restos de culturas: A - cultivo protegido com pimentão e B - restos de raízes e caule de tomateiro em área infestada com *Meloidogyne* spp. aproveitadas como tutoramento para o plantio de pepino, prática errônea.

### Eliminação de plantas daninhas

A eliminação de plantas daninhas na safra e entressafra impede o aumento e a manutenção do nematoide nas áreas cultivadas. Por exemplo, carrapicho-rasteiro [*Acanthospermum australe* (Loefl.) Kuntze], picão-preto (*Bidens pilosa* L.), capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch], capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), corda-de-

viola [*Pomoea nil* (L.) Roth], capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beav.) e beloeira (*Portulaca oleracea* L.) são boas hospedeiras de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven (Manso et al., 1994), enquanto falsa-serralha (*Emilia fosbergii* Nicolson) e juá-bravo (*Solanum sisymbirifolium* Lam.) são boas hospedeira dos nematoides-das-galhas (CHARCHAR, 1999) (Figura 5).



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 5.** Raízes de plantas daninhas infectadas por *Meloidogyne* spp.: A - beloeira (*Portulaca oleracea*); B - caruru (*Amaranthus hybridus* var. *patulus* [Bert.] Thell.); C - mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.); D – joá-de-capote [*Nicandra physaloides* L. (Pers.)] e E – erva-de-macaé (*Leonorus sibiricus* L.).

As plantas daninhas são excelentes formas de disseminação e de sobrevivência destes nematoides. Embora os estudos sobre a hospedabilidade em plantas daninhas sejam poucos, sabe-se que em áreas infestadas por nematoides a proliferação destas plantas daninhas dificulta bastante o manejo que o produtor irá adotar, por exemplo, o uso do alqueive e de cultivares resistentes a médio prazo é inviabilizado na presença destas hospedeiras.

### Uso da manipueira

Na composição da manipueira, resíduos do processamento da mandioca de fábricas de farinha, são encontrados macro e micronutrientes, além de glicosídeos cianogênicos, principalmente linamarina, que quando hidrolisada libera o gás cianeto, tóxico às mais variadas formas de vida, incluindo os nematoides (PONTE, 2001).

A manipueira (Figura 6) apresenta eficiência para o controle de nematoides, sendo a dose geralmente utilizada no campo de 4,0 L a 50% (2,0 L de manipueira + 2,0 L de água) por metro quadrado, ou 2,0 L de manipueira a 50% por metro de sulco de plantio (PONTE, 2001).

Porém, os estudos sobre os efeitos da manipueira para hortaliças são escassos, e os cuidados com a fitotoxicidade nestas plantas, bem

como a contaminação de mananciais de água pelo ácido cianídrico devem ser destacados. Outro ponto importante é que a manipueira pode ser aplicada via irrigação por gotejamento, lembrando-se sempre de coar bem a solução para que não ocorra o entupimento das mangueiras.

### Utilização de matéria orgânica

A utilização de matéria orgânica funciona como condicionador do solo, favorecendo suas propriedades físicas, além de contribuir para o fornecimento de determinados nutrientes, como nitrogênio. As plantas são favorecidas em relação ao ataque dos nematoides pelo seu crescimento mais vigoroso. Ademais, a matéria orgânica estimula o aumento da população de micro-organismos de



Foto: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 6.** Manipueira. Resíduos da produção de farinha de mandioca utilizadas para o manejo de nematoides em solos infestados.

solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias nematicidas com sua decomposição.

Resíduos de plantas da família das brássicas, como repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*), couve (*Brassica oleracea* L.), brócolis dentro outras, sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.], nim (*Azadirachta indica* Juss.), mucunas [*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland], bagaço de cana de açúcar, palha de café, torta de mamona, manipueira (resíduos do processamento da mandioca), feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.], tagetes (*Tagetes* spp. L.) e esterco bovino são exemplos de materiais orgânicos. Seu uso tem sido explorado na agricultura orgânica e é recomendado para a exploração de pequenas áreas. A compostagem, principalmente para os estercos de animais, deve ser feita em áreas novas de cultivo, pois estes materiais podem constituir-se como fonte de disseminação de fitopatógenos, inclusive nematoides na forma de ovos.

### **Solarização**

A solarização tem sido empregada na desinfestação de solos com altas populações de nematoides, principalmente em regiões quentes e de alta radiação solar. É uma prática com maior viabilidade para peque-

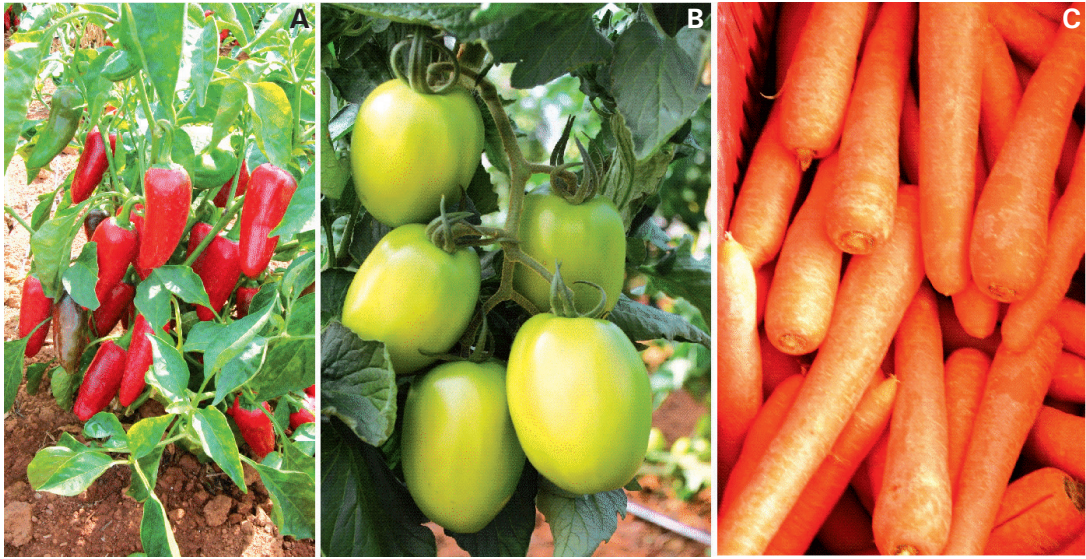
nas áreas, em razão do alto custo do plástico.

Esta prática consiste em cobrir o solo úmido com uma camada de lona transparente, geralmente de polietileno (25  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ ), permitindo a entrada dos raios solares, que promovem o aquecimento do solo nas camadas mais superficiais. Este aquecimento reduz significativamente a população dos nematoides e de outros patógenos do solo, além de promover um controle parcial de plantas daninhas.

A eficiência e a temperatura do solo reduzem com a profundidade, mas efeitos positivos são obtidos com a cobertura do solo por um período de 3 a 8 semanas, condições em que a temperatura do solo chega a atingir de 35 °C a 50 °C até os 30 cm de profundidade, dependendo do tipo de solo. Esta prática também pode ser adotada nas reboleiras identificadas e em estufas na entressafra.

### **Cultivares resistentes**

A utilização de cultivares resistentes para o manejo de nematoides em hortaliças é uma das práticas mais importantes para o controle destes patógenos (Figura 7). Cultivares resistentes eliminam o uso de nematicidas, os quais podem oferecer riscos à saúde humana, são de custo relativamente elevado, além de poluir o meio ambiente.



**Figura 7.** Cultivares de hortaliças desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças com tolerância ao nematoide-das-galhas: A - pimenta cultivar BRS Sarakura; B - tomateiro cultivar BRS Nagai e C - cenoura cultivar Brasília.

Em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), a resistência aos nematoides-das-galhas foi identificada há mais de 60 anos em um acesso de tomateiro selvagem *Solanum peruvianum* (L.) Mill. (PI 128657). Na ocasião, o gene relatado denominado de gene *Mi* (WATTS, 1947).

O gene *Mi* apresenta oito alelos (*Mi1* a *Mi8*), sendo que o alelo *Mi1* é o mais usado nos cruzamentos com cultivares comerciais de *Solanum lycopersicum*. Cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi* com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* devem ser utilizadas sempre que disponível, pois este gene limita a reprodução destas espécies de *Meloidogyne* em plantas

de tomateiro e em outras espécies cultivadas. Contudo, essa resistência pode ser ineficaz em temperaturas elevadas do solo (acima de 30 °C), e muitas vezes não conferem resistência a populações geograficamente isoladas do nematoide.

Vale ressaltar que apesar da existência de cultivares de tomateiros resistentes, as espécies de nematoides-das-galhas prevalentes no Brasil ainda causam prejuízos à cultura. Em tomateiro para processamento industrial no Brasil, cuja totalidade são híbridos importados, a grande maioria disponível são resistentes, mas algumas espécies e raças de *Meloidogyne* possuem a habilidade de “quebrar” a resistência conferi-

da pelo gene *Mi*, como exemplo *M. enterolobii*, com disseminação por praticamente todo território brasileiro e responsável por danos em diversas culturas, principalmente em cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi*.

As cultivares de tomate 'Débora Plus' e 'Débora VFN' (para mesa), 'BRS Sena' e 'Viradoro' (para processamento industrial) são exemplos de cultivares com resistência a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. Contudo, são suscetíveis a *M. enterolobii*. Esta espécie apresenta ampla polifagia e comportamento altamente agressivo para a maioria das espécies olerícolas quando comparada com as duas espécies prevalentes no país (*M. incognita* e *M. javanica*).

Existem relatos de populações de *M. enterolobii* causando danos em plantas resistentes a outras espécies de *Meloidogyne*, como o tomate 'Rossol', a soja 'Forest' e a batata-doce 'CDH' no Oeste da África. Dessa forma, *M. enterolobii* constitui séria ameaça para plantio de tomateiro no Brasil.

Em plantas portadoras do gene *Mi* é a reação de hipersensibilidade (RH) que provoca mudanças histológicas, como a morte celular próxima ao sítio de infecção do juvenil de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. desencadeando o mecanismo

de resistência. Esse fenômeno tem ocorrido geralmente 12 horas após a tentativa de estabelecimento do nematoide no interior da raiz (DRO-PKIN, 1969).

Assim, faz-se necessário prosseguir na busca de novas fontes de resistência a espécies de *Meloidogyne* que infectam tomateiros no Brasil. Na avaliação de 83 acessos e três cultivares ('Rossol', 'Tospodoro' e 'Anahu') de tomateiro (*Solanum* seção *Lycopersicon*) em casa-de-vegetação para resistência a *M. enterolobii*, realizada pela Embrapa Hortaliças, foi observado que os acessos 'CNPH-0854', 'CNPH-1510', 'CNPH-0378', 'Rossol' (com o locus *Mi*) e 'CNPH-0969' foram resistentes a *M. enterolobii*, enquanto 'CNPH-1543' foi altamente resistente. Todos os demais acessos testados apresentaram elevada suscetibilidade à espécie inoculada.

A confirmação de acessos de tomateiro apresentando níveis elevados de resistência a *M. enterolobii* abre a perspectiva de descobertas de novos genes (ou alelos) de resistência em *Solanum* (seção *Lycopersicon*) (PINHEIRO et al., 2009a).

Existem algumas cultivares e híbridos de tomateiro industrial de diferentes empresas, a maioria importadas, que estão sendo plantadas ou que se encontram em fase de testes

com relação à resistência a principais espécies de nematoide-das-galhas prevalentes no país. Porém, as especificações de resistência não são tão claras em relação às espécies e raças em que as cultivares são resistentes, indicando apenas que a resistência contempla nematoides ou designa a espécie sem identificar que tipo de raça é contemplada.

Na cultura do tomateiro, apesar da maioria das cultivares comerciais apresentarem resistência ao nematoide-das-galhas, por serem portadoras do gene *Mi*, destaca-se a importância de se manter essa característica em cultivares lançadas constantemente por empresas e também agregar outras características de interesse em cultivares comerciais, como resistência a outras doenças. Dessa maneira, na avaliação de 25 linhagens de tomateiro para o segmento indústria, pertencentes a 10 progênies do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças, foi observado que as linhagens 629(F7)*Mi*, 640(F7)*Mi*, 512(OP)PST e 512(OP)*Mi* comportaram-se como resistentes a *M. incognita* raça 1. Já as linhagens 634(F7), 640(F7)*Mi*, 647(F7)*Mi* 554(F8), 551(F8), 548(OP)*Mi*, 536(F9), 512(OP)PST e 512(OP)*Mi* apresentaram reações de resistência à *M. javanica* (PINHEIRO et al., 2009b), demonstrando a importância da incorporação do gene *Mi* nos programas de melhoramento.

É importante dar seguimento a programas de melhoramento que buscam por fontes de resistência a *Meloidogyne* spp. devido ao aparecimento de algumas espécies de nematoide-das-galhas, como *M. enterolobii*.

Em cucurbitáceas, existem alguns resultados no Brasil que demonstraram que a abóbora Goianinha, o melão redondo amarelo, a melancia Charleston Gray e a Bucha apresentam resistência a *M. incognita* (FRANCO et al., 2008).

Entretanto, existem divergências nos resultados em relação a outros e estes ainda são inconclusivos. A Embrapa Hortaliças trabalha na busca por fontes de resistência ao nematoide-das-galhas em melão (*Cucumis melo* L.) e abóboras em acessos dos bancos ativos de germoplasma, com o intuito de desenvolver porta-enxerto resistente ao nematoide-das-galhas. Empresas do setor privado e algumas instituições públicas também têm buscado alternativas como a utilização de porta-enxerto de pepino com resistência ao nematoide-das-galhas.

A busca por porta-enxertos resistentes de cucurbitáceas se deve ao fato de que em ambiente protegido os problemas de contaminação por patógenos de solo são cada vez mais difíceis de solucionar por meio de métodos tradicionais de controle,

o que tem levado produtores a abandonarem suas áreas devido à alta suscetibilidade de plantas pertencentes a esta família.

A utilização de porta-enxertos resistentes, além de reduzir a incidência de outros patógenos de solo como fungos e bactérias, também diminuem os níveis populacionais de *Meloidogyne* presentes.

No Brasil, alguns produtores de pepino japonês já utilizam a enxertia como uma alternativa de produção, reduzindo as perdas ocasionadas por fungos de solo e por nematoides, pois melhoram a qualidade visual dos frutos.

Vale salientar que plantas da família das cucurbitáceas são comumente enxertadas, pois apresentam características morfofisiológicas que possibilitam a técnica (PEIL, 2003).

O uso de cultivares resistentes de melancia é o método mais econômico e eficiente, entretanto, resistência ao “complexo *Meloidogyne*” não é encontrada nas cultivares de melancia disponíveis no Brasil. Deve ser levado em conta, ainda, que a resistência é espécie-específica e mesmo raça-específica. Por exemplo, a cultivar Charleston Gray é suscetível a *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4, a *M. javanica* e *M. arenaria*, porém, é resistente a *M. hapla* (TAYLOR; SASSER, 1978).

Em melancia, pesquisas demonstraram que as cultivares de melancia Crimson Sweet, Charleston Gray, Sugar Baby e Omaru Yamato e os acessos MO-1, MO-2, MO-3 e MO-4 foram resistentes a *R. reniformis* (TORRES et al., 2008). Por outro lado, alguns trabalhos afirmam que a melancia é uma boa hospedeira de *R. reniformis*, embora sem designar quais as cultivares (ROBINSON et al., 1997). Torres et al. (2005; 2006) afirmaram que a cultivar de melancia Sugar Baby é suscetível a este nematoide. Diante destes resultados, faz-se necessária a realização de estudos adicionais.

Ensaio de casa-de-vegetação indicaram que espécies silvestres de pepino apresentaram resistência a algumas espécies de *Meloidogyne*. O pepino africano (*Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naud.) é altamente resistente a *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, porém, as tentativas de desenvolver híbridos interespecíficos entre o pepino africano e *Cucumis* spp. não apresentaram sucesso. Resistência à *M. javanica* e *M. arenaria* raças 1 e 2 foi verificada em *Cucumis sativus* var. *hardwickii* linha LJ 90430 (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1996). Cultivares resistentes ao “complexo *Meloidogyne*” estão sendo desenvolvidas em outros países.

Em maxixe (*Cucumis anguria* L.), fontes de resistência a *M. incognita* e *M. arenaria* também foram identifi-

cadadas e em algumas espécies selvagens de *Cucumis* (THIES, 1996).

Em estudo para verificar a reação de 21 cultivares de melão e linhagens na Flórida, nenhuma cultivar comercial de melão e linhagens que foram utilizadas no ensaio apresentaram resistência (THIES, 1996). O pepino africano (*Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naud.) é altamente resistente a *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, mas as tentativas de desenvolver híbridos interespecíficos cultivados com *Cucumis* spp. falharam. Resistência à *M. javanica* e *M. arenaria* raças 1 e 2 foi verificada em *Cucumis sativus* var. *hardwickii* linhagem LJ 90430. Pepinos resistentes a essas espécies ou raças atualmente estão sendo desenvolvidas em outros países.

Em hortaliças folhosas, a busca por fontes de resistência na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) tem sido objeto de estudo de alguns pesquisadores nas últimas décadas, devido a sua importância no manejo dos nematoides. Apesar de existir pouca informação sobre a resistência à infecção entre variedades de alface, geralmente as alfaces do tipo crespas tendem a apresentar maior tolerância que as alfaces do tipo lisas. No caso da cultura da alface, a resistência é monogênica e dominante, apesar de ser descrito o gene *Me* não se sabe qual é o mecanismo de resistência, se morfológico ou fisiológico.

Em berinjela e jiló, apesar da importância do nematoide-das-galhas, os bancos ativos de germoplasma destas culturas ainda não foram devidamente avaliados em relação à resistência às principais espécies de *Meloidogyne* spp. Fontes de resistências economicamente importantes ao nematoide-das-galhas foram identificadas em algumas espécies selvagens de berinjela, tais como *S. stramonifolium* Jacq., *S. khasianum* Clarke, *S. torvum* S.W. e *S. sisymbriifolium* Lam. (DAUNAY; DALMASSO, 1985; ALI et al., 1992; DI VITO et al., 1992; BOITEUX; CHARCHAR, 1996). Genes de resistência de amplo espectro contra espécies do nematoide-das-galhas são de extrema importância, especialmente em áreas tropicais, onde as infestações múltiplas de solos com distintas espécies de *Meloidogyne* é uma condição prevalecente (MAI, 1985).

Vale destacar que contribuições no sentido de identificar fontes de resistência em jiló e berinjela são importantes, pois uma vez o nematoide-das-galhas introduzido e disseminado em áreas de produção, sua erradicação é praticamente impossível. Nesse sentido, a Embrapa Hortaliças tem desenvolvido alguns trabalhos na busca por fontes de resistência ao nematoide-das-galhas em jiló e berinjela, porém, os resultados até o presente momento são preliminares, sendo necessária a avaliação de

maior número de genótipos do banco de germoplasma.

No mundo, pesquisas com plantas de pimentões e pimentas visando resistência ao nematoide-das-galhas têm sido realizadas desde 1956 (HARE, 1956). Existem algumas cultivares resistentes a uma ou mais espécies de nematoide-das-galhas. A resistência em cultivares de pimenta é atribuída a único gene dominante, o gene N. Cultivares que expressam o gene N são resistentes às raças de *M. arenaria* e *M. javanica*, bem como a todas as quatro raças de *M. incognita*, mas são suscetíveis a *M. hapla*.

No caso das pimentas, dentre as principais demandas levantadas pelos produtores, extensionistas e pesquisadores no Brasil destaca-se o desenvolvimento de cultivares de pimenta com resistência a doenças (REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2008).

O melhoramento de *Capsicum* visando resistência a nematoides tem papel importante no seu manejo. Nesse contexto, a Embrapa Hortaliças vem trabalhando desde 2008, em seu banco de germoplasma, na busca por fontes de resistência ao nematoide-das-galhas. Os resultados obtidos até o momento são bastante promissores, com detecção de fontes de resistência a algumas espécies de *Meloidogyne* em cultivares lançadas e perspectivas de lançamentos de

outras variedades de pimenta resistentes no futuro próximo.

Para a cultura do quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.], o desenvolvimento de cultivares resistentes aos nematoides deve ser uma preocupação de importância nos programas de melhoramento, pois, o alto grau de suscetibilidade do quiabeiro faz deste uma cultura indicadora de solos infestados por nematoides.

Entretanto, não existem cultivares comerciais de quiabeiro com tolerância ou resistência ao nematoide-das-galhas, portanto, todas são altamente suscetíveis e com capacidade para elevar os níveis populacionais de juvenis no solo em apenas um ciclo da cultura.

### Controle biológico

Vários organismos presentes no solo são parasitos de nematoides, principalmente fungos e bactérias, que são os mais promissores organismos de utilização no controle biológico. Existem fungos que produzem armadilhas que capturam os nematoides, denominados de fungos predadores. Estes organismos tem sido alvo de estudos realizados por algumas instituições públicas e privadas no país.

A bactéria *Pasteuria penetrans* é um parasito obrigatório de várias espécies de *Meloidogyne*. Produtos biológicos já existem no mercado com diferentes agentes de biocontrole (Figura 8), e se espera que em futuro não muito distante sejam amplamente utilizados pelos agricultores como tecnologia incremental na integração das medidas de controle de nematoides em área com cultivos de hortaliças.

### Controle químico

No caso de hortaliças existem poucos produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016). Porém, as perdas de produção induzidas pela infecção pelo nematoide-das-galhas são geralmente subestimadas

nas condições brasileiras devido à utilização indiscriminada de nematicidas em áreas produtoras. Esta utilização de nematicidas permite que quantidades significativas lixiviem pelo solo, podendo contaminar lençóis freáticos que, em muito dos casos, são fontes de água para o consumo humano e animal.

Em terrenos com alta população de nematoides, após vários cultivos de plantas suscetíveis, pode ser necessária a aplicação de nematicidas, visando à redução da população em curto prazo. Recomenda-se, neste caso, para maior eficiência, que a aplicação de produtos seja integrada com outras medidas de manejo, e sob a supervisão próxima de um engenheiro agrônomo.

Além disso, o uso de nematicidas atualmente em hortaliças, além de ser oneroso e não apresentar registro para a maioria das culturas, é ambientalmente incorreto e não se enquadra dentro do contexto de sustentabilidade nos dias atuais. Outro fator importante é que a maioria das hortaliças, principalmente as folhosas, apresentam ciclos curtos e são consumidas *in natura*, o que aumenta os riscos de contaminação com resíduos pelo consumidor. Não deve ser negligenciado o fato de que são produtos altamente tóxicos ao homem e ao ambiente.

Foto: Jadir Borges Pinheiro



**Figura 8.** Colônias de *Paecilomyces lilacinus* em meio de cultura. Fungo utilizado como agente de biocontrole a nematoides.

## Capítulo 2

### Hortalças raízes, tubérculos e bulbos

#### **P**revenção

No caso da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), o uso de batata-semente certificada, livre de nematoides fitoparasitos, é essencial para manter este grupo de patógeno fora da área de cultivo. Com isso, reduz-se drasticamente a possibilidade de se introduzir na lavoura tanto nematoides já presentes no Brasil, mas principalmente os nematoides quarentenários, pois estes apresentam alto risco de introdução em caso de desvio de batata-consumo, eventualmente importada, para uso como batata-semente. Apesar de quarentenários, os nematoides formadores de cistos, falso nematoide-das-galhas e o nematoide-da-podridão-da-batata,

são de ocorrência em países vizinhos do Brasil como Argentina, Venezuela, Peru, Colômbia, Chile, Equador e Bolívia, representando sérios riscos de introdução no Brasil (SANTOS, 2003; SILVA; SANTOS, 2007).

A não constatação destes nematoides no Brasil e a facilidade com que se disseminam por meio de tubérculos infestados ou solo aderente a eles fazem com que o exame da batata importada seja cuidadosamente certificadas por autoridades competentes para tal. Órgãos governamentais como a Embrapa Quarentena Vegetal e o Mapa funcionam como barreira à introdução de novos patógenos no país, por meio de análises nematológicas e determinação de medidas de

quarentena aplicadas ao germoplasma proveniente do exterior (TENENTE; MANSO, 1983).

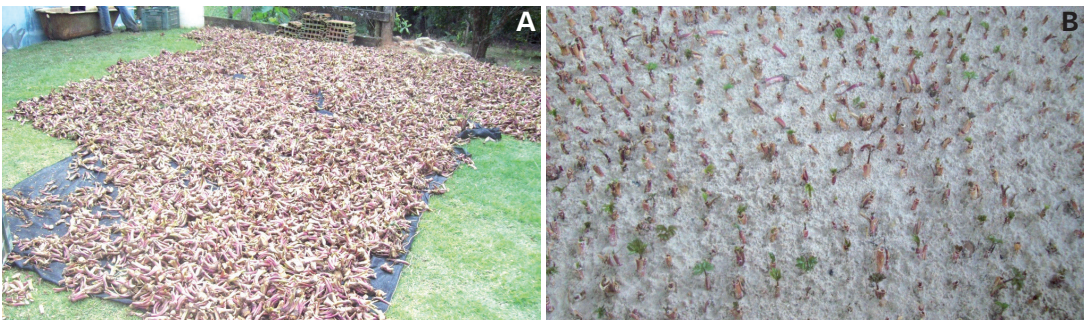
Mesmo fazendo-se o uso de batata-semente de boa qualidade, deve-se evitar o plantio em épocas em que ocorram temperaturas elevadas e chuvas, pois a maioria das espécies de ocorrência no país se multiplica bem nestas condições. Tecnicamente, o ideal é que o plantio ocorra em épocas mais secas e frias (plantio de inverno). Plantios realizados em climas mais favoráveis ao patógeno, embora economicamente possam ser desejáveis, requerem cuidados especiais para evitar que perdas econômicas ocorram, além da infestação indesejável das áreas.

A semeadura de cenoura em solo não contaminado é uma medida desejável. Porém, os solos cultivados com cenoura também são intensivamente plantados com outras culturas que geralmente são suscetíveis ao ataque de nematoides, por exemplo, a cultura da beterraba.

Em relação a mandioquinha-salsa, os produtores utilizam como prevenção antes do plantio o tratamento das mudas, que são lavadas primeiramente em água corrente para retirada do excesso de impurezas e imersas por 10 min em solução de água sanitária a 10% (0,2% de hipoclorito de sódio) (SANTOS; MADEIRA, 2008). Após esse tratamento, as mudas são enxaguadas para retirada do excesso de cloro e secas ao ambiente, antes de se iniciar o corte final para preparo das mudas. Tem-se preferido trabalhar com solução de água sanitária a 5% (0,1% de hipoclorito de sódio) por 10 min, para maior segurança, a fim de evitar a queima dos brotos das mudas.

No caso de pré-brotação de mudas em água, deve-se atentar para a sua qualidade, devendo estar isenta de contaminação por solo com nematoides. No caso do pré-enraizamento em canteiros, atenção especial ao histórico de cultivo na área dos canteiros (Figura 1).

Fotos: Nuno Rodrigo Madeira



**Figura 1.** Tratamento e produção de mudas de mandioquinha-salsa: A - tratamento de mudas e B - obtenção de mudas em areia esterelizada.

A utilização de semente certificada, no caso da cebola, e bulbilhos, no caso do alho (*Allium sativum* L.), isentos do nematoide, bem como o plantio em solos não infestados são medidas preventivas de extrema importância. Outra medida preventiva de eficácia no controle de nematoides na cultura do alho é o plantio obtido por meio de cultura de meristemas. Vale destacar as medidas quarentenárias, como o reforço ao intercâmbio de material sadio de alho e a realização de análises em material recém-chegado ao Brasil de outros países, evitando os riscos de introdução de outras raças biológicas deste parasita no país.

Para a cultura da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], o uso de mudas não infectadas ou ramas de batata-doce no transplantio para o campo é essencial. O corte das ramas bem acima da linha do solo reduz muito as chances de transmissão do nematoide-das-galhas, bem como de outras pragas de solo.

No caso da cultura do inhame [*Dioscorea spp.* (L.) ], também deve se ter o cuidado na obtenção de túberas isentas destes patógenos. Túberas com escurecimento superficial na camada interna devem ser evitadas. Entretanto, é recomendável que seja feita a análise em laboratório de túberas destinadas ao plantio. Outra medida preventiva utilizada

para a cultura é a termoterapia, que é realizada pela imersão de túberas-sementes em água quente, que provoca a redução das populações de *S. bradys* nas túberas infectadas. Temperaturas entre 50 °C a 55 °C por um período de 40 min apresenta efeito sobre os níveis populacionais de *S. bradys* sem danificar as túberas (KWOSEH et al., 2002). O tempo de duração do tratamento não deverá ultrapassar 40 min, pois poderá haver redução da brotação, como também da produção.

### **Rotação de culturas**

A rotação de culturas é uma das práticas mais importantes e efetivas na redução dos nematoides em uma propriedade.

Para a cultura da batata, as gramíneas são recomendadas em rotação com batata para o controle de vários patógenos de solo, como os agentes causadores da marchadeira, da rizoctoniose, das podridões moles e das sarnas. Porém, gramíneas como milho (*Zea mays* L.), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown] e sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] são excelentes multiplicadores de *Pratylenchus brachyus*, que é uma importante espécie para a cultura da batata, responsável por causar danos em diferentes regiões de cultivo no Brasil.

É importante escolher a espécie e a cultivar correta para plantio em sucessão ao cultivo da batata, pois existem outras espécies de nematoides, como *Pratylenchus* spp., que podem elevar seus níveis populacionais durante o ciclo vegetativo destas hospedeiras, tornando-se sério problema quando a cultura da batata voltar a ser plantada. Espécies deste gênero apresentam menor número de plantas hospedeiras em relação ao nematoide-das-galhas. Entretanto, multiplicam-se e aumentam seus níveis populacionais de forma rápida em algumas espécies de gramíneas, como capim-jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.], colônio (*Panicum maximum* Jacq.) e braquiárias [*Brachiaria* spp. (Trin.) Griseb], com danos expressivos quando o cultivo de batata é realizado em áreas que foram utilizadas como pastagens. É fato que algumas cultivares de milho podem reduzir a população de *Meloidogyne* spp. e de *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, no entanto, podem aumentar a de *P. brachyurus*.

A rotação de culturas para evitar a multiplicação de *Globodera rostochiensis* e *G. pallida* (Stone) Behrens nos países de sua ocorrência é viável, mas o longo período necessário para o replantio da batata torna a prática antieconômica. Plantas hospedeiras não devem ser introduzidas na área infestada por um período de 3 anos, no mínimo (TENENTE; MANSO, 1983).

Para a cenoura, rotacionar a cultura com culturas que não hospedam o nematoide-das-galhas contribui para a morte destes organismos por falta de alimento. Entretanto, é importante salientar que produtores da região de Irecê, BA, uma das maiores regiões produtoras desta raiz, tem feito rotações erradas em suas áreas, gerando aumento na população de nematoides presentes. Geralmente, os produtores utilizam em rotação culturas como beterraba, feijão, cebola, melancia e tomate, todos excelentes hospedeiros do nematoide.

Uma excelente opção utilizada nesta região em rotação de culturas com a cenoura é o cultivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown], sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] e braquiárias (*Brachiaria decumbens* Stapf e *B. ruziziensis* Germain et Evrard). No caso de alta infestação e da disposição de mais área para o plantio, realizar a rotação com gramíneas por no mínimo 2 anos, enquanto utilizam outra área para o plantio, é importante medida de manejo. Além disso, essas gramíneas são excelentes fontes para alimentação do gado e de outros animais na região, que é compreendida por cerca de mais de 4,0 mil pequenos produtores.

Para a cultura do inhame, Silva et al. (2014) avaliaram o efeito da

sucessão de culturas durante 2 anos sobre uma população mista de *S. bradys* e *P. coffeae*. No primeiro ano os tratamentos foram compostos por parcelas cultivadas com *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick., *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Digitaria decumbens* (capim-pangola), *Ipomoea batatas* (cultivar Sergipana), *Manihot esculenta* Crantz (cultivar Rosinha), *Pennisetum purpureum* (cultivar Roxo), *Phaseolous lunatus* L. (cultivar Branca), *Phaseolus vulgaris* L. (cultivar Mulatinho), *Vigna unguiculata* (cultivar Corujinha), *Zea mays* (cultivar BR 106) e *Dioscorea cayenensis* (inhame-da-Costa). Ao final do ciclo das culturas foram avaliadas as amostras de solo e de raízes em relação à população de nematoides e, em seguida, cultivados o inhame durante um período de 9 meses. Observaram que a maior produção de túberas sadias foi constatada nas parcelas cultivadas previamente com *Crotalaria* spp. e *P. lunatus*. Dessa maneira, os autores concluíram que o plantio dessas espécies vegetais e, principalmente de *C. spectabilis*, em área com população mista das duas espécies de nematoides, é uma tecnologia viável de controle do nematoide-da-casca-preta do inhame.

Vale salientar que apesar de *D. dipsaci* possuir grande número de raças, pode ser controlado por rotação de culturas. Esta prática em áreas

com alho ou cebola por quatro anos, como milho em campos infestados, apresenta ótimos resultados.

### Alqueive

O alqueive para o controle de nematoides em hortaliças raízes, tuberosas e bulbos é o mesmo procedimento recomendado para as hortaliças folhosas e frutos, portanto encontra-se descrito no capítulo 26.

### Uso de plantas antagonistas

Na região andina do Peru, plantas como canola (*Brassica napus* L.) e mostarda (*Sinapis alba* L.) têm sido utilizadas como supressoras para *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Quando se incorpora a parte aérea destas plantas, com a decomposição, ocorre liberação de substâncias que são tóxicas aos nematoides. Estas substâncias apresentam propriedades similares ao nematicida metham sodium (SCURRAH, 2008). Demais informações sobre a utilização de plantas antagonistas encontram-se descritas no capítulo 1.

### Eliminação de restos culturais e tiguerras

A remoção de tubérculos de batata, raízes de cenoura, batata-doce e mandioquinha-salsa, bulbos de alho e cebola, e túberas de inhame infec-

tados após a colheita também é prática que contribui para redução dos níveis populacionais antes do próximo plantio. Estes devem ser retirados da área, amontoados e secados para finalmente serem queimados.

### **Eliminação de plantas daninhas e remanescentes**

A eliminação de plantas remanescentes de cebola ou alho após a colheita e plantas daninhas hospedeiras como a serralha (*Sonchus oleraceus* L.) é necessária para garantir a eficiência de um sistema de rotação de culturas na cultura do alho e cebola.

Ademais, a importância das plantas daninhas como agente disseminador e multiplicador para cultivos de hortaliças encontra-se descrita no capítulo 1.

### **Utilização de manipueira**

O uso da manipueira para as diferentes espécies de hortaliças cultivadas encontra-se no capítulo 1.

### **Utilização de matéria orgânica**

O uso da matéria orgânica para as diferentes espécies de hortaliças cultivadas encontra-se no capítulo 1.

### **Solarização**

A utilização da prática de solarização para as diferentes espécies de

hortaliças cultivadas encontra-se no capítulo 1.

### **Variedades resistentes**

A utilização de variedades resistentes constitui, juntamente com as práticas culturais citadas anteriormente, uma prática de grande relevância para o controle de nematoides.

Para a cultura da batata, o melhoramento visando à resistência a nematoides tem papel importante no seu manejo. Infelizmente, ainda não é conhecida fonte de resistência em batata aos nematoides-das-galhas e das lesões-radiculares no país. A cultivar Achat apresentou tolerância à *M. incognita* e *M. javanica*, e durante o período de crescimento desta cultivar as raízes apresentam aumento na dureza de seus tecidos, resultando no retardamento da penetração, desenvolvimento e produção de ovos pelo nematoide (CHARCHAR, 1999). Mesmo com este grau de tolerância, as perdas em cultivos de batata com esta cultivar podem chegar a 35%, se outras medidas não forem utilizadas preventivamente (CHARCHAR; MOITA, 2001).

No Centro Internacional de La Papa (CIP)-Peru, foram identificados genes de resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* na espécie silvestre *Solanum sparsipilum* (Bitter) Juz. & Bukasov e outras espécies não cultivadas do gênero. Atualmente,

este material tem sido utilizado em programas avançados de melhoria na França e em outros países, com perspectivas de lançamento futuro de materiais com resistência ao nematoide-das-galhas. A espécie *S. tuberosum* L. subsp. *andigena* tem sido utilizada para resistência a *M. hapla* (SCURRAH, 2008).

Não são conhecidas fontes de resistência para os nematoides-das-lesões-radiculares em batata. Porém, existem algumas cultivares, como Peconic e Hudson, que são mais tolerantes a *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa que outros, mas os resultados são ainda inconclusivos e as pesquisas em relação à procura de fontes de resistência a *Pratylenchus* spp. são escassas (MAI et al., 1990).

Para os nematoides formadores de cisto (*Globodera* spp.), o emprego de variedades resistentes nos países de sua ocorrência reduz a população do nematoide no solo em cultivos de batata em torno de 95%. Entre as variedades comerciais da Europa e América do Norte, há disponibilidade de excelentes fontes de resistência a *G. rostochiensis* (Wollenweber) Behrens. Tem-se encontrado também boa resistência para algumas raças de *G. pallida* (MAI et al., 1990).

Cultivares nativas como *Solanum tuberosum* L. subsp. *andigena* e

*S. sparsipilum* (Bitter) Juz. & Bukasov apresentam bons níveis de resistência a *Nacobus aberrans* (MAI et al., 1990).

No Brasil, em relação à cenoura, avanços significativos têm sido obtidos no que se refere ao nematoide-das-galhas em virtude das pesquisas realizadas pela equipe da Embrapa Hortaliças. As progênies e cultivares de cenoura desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças vêm sendo avaliadas para a resistência ao nematoide-das-galhas desde 1978. Nesse contexto, em 1981 a Embrapa Hortaliças lançou a cultivar Brasília, que apresenta como uma das principais características a elevada tolerância a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Desde então, a Unidade vem trabalhando no intuito de buscar outras fontes de resistência derivadas da cultivar Brasília. Em 2009 houve a liberação da cultivar BRS Planalto, que apresenta também elevado nível de tolerância ao nematoide-das-galhas. Entretanto, não é conhecida ainda fonte de resistência alta ou imunidade aos nematoide-das-galhas em cenoura.

Para a cultura da batata-doce, esforços consideráveis têm sido realizados para desenvolver ou selecionar cultivares de batata-doce resistentes ao nematoide-das-galhas. No Brasil, algumas instituições de pesquisa têm buscado fontes de re-

sistência em seus bancos de germoplasma. Neste sentido, na seleção de clones de batata-doce para resistência a *M. enterolobii*, Gonçalves et al. (2011) testaram 142 genótipos em casa-de-vegetação e consideraram 31 genótipos como promissores para a continuidade no programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Lavras (Ufla). Na seleção de genótipos de batata-doce para resistência a *M. javanica*, Silva et al. (2011) avaliaram 25 genótipos em casa-de-vegetação e apenas um genótipo, BDFMI-04, foi classificado como altamente resistente.

Para *M. incognita* raça 2, foram avaliados 25 genótipos de batata-doce em casa-de-vegetação, sendo 20 genótipos experimentais oriundos de sementes botânicas obtidos de um campo de policruzamento e cinco testemunhas comerciais, todavia apenas o genótipo experimental BDFMI-16 foi considerado altamente resistente (CHAVES et al., 2011).

Em outro ensaio para reação à mesma espécie, porém para raça 1, Massaroto et al. (2008) avaliaram a reação de 45 acessos do programa de melhoramento da Ufla juntamente com cinco cultivares comerciais e observaram que a cultivar Brazlândia Roxa e 13 acessos foram altamente resistentes a *M. incognita* raça 1. Charchar e Ritschel (2004) também classificaram a cultivar Brazlândia

Roxa como resistente a *Meloidogyne* spp.

Para *Rotylenchulus reniformis* em batata-doce, diferentes genótipos de batata-doce já foram avaliados em alguns programas de melhoramento no mundo quanto à reação ao nematoide-reniforme, porém sem sucesso na identificação de fontes de resistência. Infelizmente, embora ocorram diferenças em relação à capacidade reprodutiva do nematoide em alguns genótipos, muitos deles, apesar de apresentarem aparentemente menores taxas de reprodução do nematoide, são intolerantes a estes e gravemente danificados em campo.

Cultivares de batata-doce desenvolvidas nos Estados Unidos com diferentes níveis de resistência a *Meloidogyne* têm se mostrado útil no controle da doença. No entanto, estas cultivares não são imunes e podem ser gravemente afetadas em áreas com altos níveis populacionais (CLARK; MOYER, 1988). Assim, é importante salientar que cultivares resistentes devem ser consideradas como componentes de um programa de controle integrado, não como medida isolada.

Em relação a cultura do alho, nos EUA, a resistência genética a *D. dipsaci* foi encontrada em uma cultivar de *A. sativum* e outras fontes

de resistência têm sido estudadas. No Brasil, em experimento realizado em casa-de-vegetação para verificar a reação de 26 cultivares de alho a *D. dipsaci*, Charchar et al. (2003) verificaram que as cultivares Alho do Reino, Canela de Ema, Cajurú, Juiz de Fora, Juréia, Mexicano e Peruano foram resistentes. Porém, as informações a respeito da tolerância e resistência em cultivares de alho a *D. dipsaci* são bastantes escassas devido à dificuldade de manutenção desta espécie em condições controladas.

Em mandioquinha-salsa, fontes de resistência em cultivares comerciais ainda são escassas. Entretanto, já é conhecido que clones de raízes brancas apresentam maior tolerância a nematoides-das-galhas em relação a clones ou cultivares comerciais de raízes amarelas (CARVALHO et al., 2012). Entre clones de raízes amarelas, os mais precoces tendem a ser menos suscetíveis a danos de nematoides pelo menor período do plantio a colheita e consequente menor número de gerações de nematoides.

As cultivares de mandioquinha-salsa para consumo plantadas no Brasil são preferencialmente de raízes amarelas, mas são altamente suscetíveis ao nematoide-das-galhas. Os clones de raiz branca, com resistência ao nematoide-das-galhas, são pouco consumidos no país em virtu-

de da baixa aceitação dos consumidores ao sabor e a coloração das raízes. No Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) existem três cultivares registradas com a denominação de Amarela de Senador Amaral, BRS Catarina 64 e BRS Rubia 41 tendo como mantenedora a Embrapa (BRASIL, 2016).

### Controle químico

O controle químico, conforme já descrito no capítulo 26, não deve ser visto como única e nem a mais eficaz medida de redução dos níveis populacionais dos nematoides (Figura 2).



Foto: Jadir Borges Pinheiro

**Figura 2.** Aplicação de nematicida durante a semeadura de cenoura em São Gotardo, MG.

Produtos como carbofuran e aldicarbe são os mais utilizados para o controle de nematoides na batata por serem registrados para cultura e não exigirem equipamentos especiais para sua aplicação no solo.

A utilização dos carbamatos aldicarbe e carbofuran é prática comum entre produtores, principalmente na época chuvosa, quando até duas aplicações dos produtos são feitas. Na batata, muitos produtores usam uma dose de aldicarbe no plantio e outra aos 40 dias após, por ocasião da amontoa, com o objetivo de proteger os tubérculos da infecção por nematoides e obter melhores preços na comercialização (CHARCHAR et al., 2003). O problema na utilização de carbamatos é que estes produtos acumulam como resíduos nos tubérculos e estes são consumidos pelo homem. A dose de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de aldicarb, aplicada na fase de amontoa das batatas 'Achat' e 'Baronesa' resultou no acúmulo de até 0,24 ppm de aldicarb em tubérculos precoces colhidos aos 70 dias após a aplicação do produto, sendo que o nível máximo permitido é de 0,05 ppm (CHARCHAR et al., 2003). Por isso, devem ser evitados e não são permitidos em sistemas de produção integrada da batata.

Em relação a cultura do alho, o tratamento primário para controle de *D. dipsaci* consiste em mergulhar os bulbilhos em água quente, processo chamado termoterapia. O procedimento padrão é de 30 min a 45 min a 38 °C, 20 min a 49 °C, e em seguida, 10 min a 20 min em água corrente a 18 °C a 22 °C. Os bulbilhos devem ser plantados o mais rápido possível após o tratamento. Nesse contexto, para o controle de *D. dipsaci* na cultura do alho, produtos químicos para a parte do processo de imersão em 49 °C pode aumentar significativamente a eficiência do tratamento. Isso porque alguns produtos, incluindo hipoclorito de sódio a 1,0% e abamectin (250 mL 100 L de água), são aditivos eficazes no tratamento juntamente a termoterapia.

Finalmente, é importante ressaltar que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios. Por outro lado, a integração das diferentes práticas certamente levará o produtor de hortaliças a obter produtos de qualidade, com vantagens econômicas e com respeito ao consumidor e ao meio ambiente.

**Tabela 1.** Resumo da eficiência relativa das medidas integradas de controle das principais doenças causadas por nematoides em hortaliças no Brasil.

Medidas de controle	Nematoide				
	Galhas	Lesões- radiculares	Reniforme	Casca- Preta	Amarelão- do-Alho
Prevenção	O	O	O	O	O
Quarentena	O	O	O	O	O
Evitar trânsito em áreas infestadas	O	O	O	O	O
Descontaminação de implementos agrícolas	B	B	O	B	B
Época de plantio	R	R	R	R	R
Escolha da área de plantio	B	B	B	B	B
Mudas e tubérculos certificados	O	O	O	O	O
Rotação de culturas	O	O	R	O	O
Alqueive	B	B	B	B	B
Plantas antagonistas	B	R	R	R	R
Eliminação de restos culturais e tigueiras	B	B	B	B	B
Eliminação de plantas daninhas	B	B	B	B	B
Utilização de manipueira	B	B	B	B	B
Utilização de matéria orgânica	B	B	R	B	R
Solarização	R	R	–	–	–
Variedades resistentes	O	O	O	O	O
Controle biológico	O	O	O	O	O
Controle químico	B	B	B	B	R

\*Eficiência relativa: O = Ótima; B = Boa; R = Regular; – Sem aplicação.



## Capítulo 3

### Desafios e perspectivas

A tualmente, dentre os grandes desafios da nematologia na olericultura, destaca-se o desenvolvimento de métodos de controle do nematoide-das-galhas, *M. enterolobii*. Esta espécie foi relatada pela primeira vez no Brasil na cultura da goiaba nos estados de Pernambuco e Bahia, com danos nos plantios comerciais desta frutífera (CARNEIRO et al., 2001). Em 2006, esta espécie foi relatada atacando porta-enxertos de pimentão ‘Silver’ e tomateiros das cultivares Andrea e Débora no estado de São Paulo, materiais estes que apresentam resistência a outras espécies de nematoides prevaletentes no país (CARNEIRO et al., 2006). No ano de 2015, esta espécie foi relatada no Núcleo Rural de Planaltina,

DF, causando danos em plantas de pimentão resistentes a *M. incognita* e *M. javanica* (PINHEIRO et al., 2015). A partir destas constatações, os problemas surgidos em hortaliças pela ocorrência de *M. enterolobii* são cada vez mais frequentes devido à sua rápida disseminação constituindo-se em séria ameaça as hortaliças cultivadas.

*M. enterolobii* encontra-se presente na maioria dos estados brasileiros. Contudo, poucas são as informações sobre o comportamento de hortaliças em relação a esta espécie. Dessa maneira, é de extrema importância o desenvolvimento de cultivares resistentes para o manejo de *M. enterolobii*, uma vez que a utilização

destas cultivares promove pequena ou nenhuma modificação das práticas de manejo convencionalmente utilizadas, além de não causar impacto ambiental. As fontes de resistência a nematoides identificadas são poucas estudadas quando comparadas à diversidade genética existente, principalmente em hortaliças (TRUDGILL, 1991).

Nesse contexto, a descoberta de genes análogos ao *Mi* em tomateiro para o desenvolvimento de novas cultivares de hortaliças com resistência ao nematoide-das-galhas, o desenvolvimento de marcadores moleculares e o uso de plantas da família das solanáceas como porta-enxertos resistentes abrem novas perspectivas para o manejo correto e sustentável de nematoides em hortaliças.

Outros desafios incluem o levantamento das principais espécies de nematoides que ocorrem nas hortaliças cultivadas, pesquisas com outras espécies de plantas antagonistas a *Meloidogyne* spp., estudos de sucessão e rotação no manejo de *M. enterolobii*, bem como de outras práticas que possam ser empregadas em áreas infestadas para o manejo correto e sustentável desses patógenos.

Vale destacar também os estudos de perdas causadas por nematoides em hortaliças, bem como a

real importância de alguns nematoides que sempre estão associados a amostras coletadas em regiões produtoras de hortaliças, por exemplo, a importância de *Pratylenchus* para as culturas do quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] e da cenoura, e de *Helicotylenchus* em cultivos de hortaliças, em relação a sua importância primária ou secundária.

É relevante lembrar que o estudo da reação de espécies de hortaliças a outras espécies de *Meloidogyne* de grande importância na agricultura como potenciais ameaças às hortaliças como *M. paranaensis* Carneiro et al., *M. exigua* Goeldi, *M. ethiopica* Whitehead e *M. morosciensis* Rammah & Hirschmann, abre novas perspectivas para a elucidação do comportamento dessas hortaliças a estes nematoides, bem como na prospecção de fontes de resistência a estas espécies.

Outro ponto importante que se pode destacar aqui é o incentivo e o fomento a pesquisa na área de nematologia, com perspectivas de que novos nematologistas venham a ser formados para atuarem na área, em razão do baixo número de profissionais que atuam especificamente no estudo de nematoides em hortaliças quando comparado ao número de nematologistas que atuam em grandes culturas como algodão, milho, soja e outras culturas.

Ademais, o universo nematológico em hortaliças a ser explorado é vasto e necessita de novos profissionais para atuarem na área, seja de instituições públicas ou privadas, para que se possa a médio e longo prazo viabilizar soluções tecnológicas e práticas para que o agricultor possa produzir de forma satisfatória e econômica dentro das suas propriedades, contribuindo para uma agricultura rentável e sustentável.



## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922 p.
- AHMED, D.; SHAHAB, S. Pathogenic potential of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and root-rot fungus *Fusarium solani* on chilli (*Capsicum annuum* L.). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 46, n. 18, p. 2182-2190, 2013.
- ALI, M.; MATSUZOE, N.; OKUBO, H.; FUJIEDA, K. Resistance in non-tuberous solanum to root-knot nematode. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 60, n. 4, p. 921-926, 1992.
- BARKER K. R. Introduction and synopsis of advancements in nematology. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 1-20.
- BARKER, K. R.; SHOEMAKER, P. B.; NELSON, I. A. Relationship of initial population densities of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* to yield of tomato. **Journal of Nematology**, v. 8, n. 3, p. 232-239, July 1976.
- BEKHET, M. A.; KELLA, A. M.; KHALIL, A. E.; TOHAMY, A. A. Interaction between root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* and the bacterium, *Ralstonia solanacearum* on potato. **Journal Plant Protection and Pathology**, v. 1, n. 7, p. 505-518, 2010.
- BERGESON, G. B.; VAN GUNDY, S. D.; THOMASON, I. J. Effect of *Meloidogyne javanica* on rhizosphere microflora and *Fusarium* wilt of tomato. **Phytopathology**, v. 60, p. 1245-1249, 1970.
- BOITEUX, L. S. **Characterization of the *Meloidogyne javanica* resistance locus employing molecular markers and isolation of candidate disease resistance loci in the carrot (*Daucus carota* L.) genome**. 2000. 426 f. Tese (Doutorado) - University of Wisconsin, Madison.
- BOITEUX, L. S.; CHARCHAR, J. M. Genetic resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in eggplant (*Solanum melongena*). **Plant Breeding**, v. 115, n. 3, p. 198-200, Aug. 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 9 maio 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 41, de 1º de julho de

2008. Altera os anexos I e II da Instrução Normativa nº 52, de 20 de novembro de 2007. **SISLEGIS Sistema de Consulta à Legislação - módulo cidadão** Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 09 fev. 2016.
- BROWN, C. R.; YANG, C. P.; MOJTAHEDI, H.; SANTO, G. S.; MASUELLI, R. RFLP analysis of resistance to Columbia root-knot nematode derived from *Solanum bulbocastanum* in a BC2 population. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 92, n. 5, p. 572–576, Apr. 1996.
- BURBA, J. L. Ocorrência do *Ditylenchus dipsaci* em alho na Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE *DITYLENCHUS DIPSACI* EM ALHO, 1., 1983, Itajaí. **Anais...** Itajaí: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1983. p. 19-22.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, R. S.; ALMEIDA, C. A. de; GLORIA, R. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à Meloidoginose no estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 81-86, 2006.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 223-232, 2001.
- CARVALHO, A. C. P. P.; LEAL, M. A. de A.; GADELHA, R. S. S.; CUNHA, H.; CUNHA, H. C. da; CARVALHO, S. M. P. de; COSTA, R. A. da; FERNANDES, S. G.; SARMENTO, W. de R. M.; MATA, A. P. **A cultura do jiló: perspectivas – tecnologias – viabilidade**. Niterói: PESAGRO-Rio, 2001. 24 p. (PESAGRO-Rio. Documentos, 77).
- CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B.; MADEIRA, N. R.; DOSS, C. R.; RODRIGUES, C. S.; PEREIRA, R. B. Avaliação de novos clones de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 30., 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012. p. 235-236.
- CASTILLO, P.; VOVLAS, N. **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management**. Leiden: Brill, 2007. 529 p.
- CHARCHAR, J. M. **Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. em batata**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1).

CHARCHAR, J. M. *Meloidogyne* em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 19., 1995, Rio Quente,. **Programa e Anais...** Brasília: SBN, 1995. p. 149-153.

CHARCHAR, J. M. Nematoides associados à cultura da batata nas principais regiões de produção no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 8, p. 40, 1990.

CHARCHAR, J. M. **Nematóides em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1999. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 18). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107344/1/CNPH-DOCUMENTOS-18-NEMATOIDES-EM-HORTALICAS.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

CHARCHAR, J. M.; LOPES, C. A. Associação de *Meloidogyne javanica* com *Sclerotium rolfsii* em quiabeiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 77, maio 1995. Resumo.

CHARCHAR, J. M.; LOPES, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; MOITA, A. W. Efeitos de Nematicidas Fumigantes e da Resistência de Genótipos nos Danos de *Meloidogyne* spp. e *Ralstonia solanacearum* em Batata. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 20-26, abr. 2007a.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Resistência de genótipos de batata a *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 535-540, 2001. Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/19010/1/pab20\\_045.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/19010/1/pab20_045.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2017.

CHARCHAR, J. M.; NETO, J. P.; ARAGÃO, F. A. S. Controle Químico de *Meloidogyne* spp. em Batata. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2003.

CHARCHAR, J. M.; RITSCHER, P. S. **Avaliação do banco de germoplasma de batata-doce da Embrapa Hortaliças para resistência a *Meloidogyne* spp.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 28 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3).

CHARCHAR, J. M.; TENENTE, R. C. V.; ARAGÃO, F. A. S. Resistência de cultivares de alho (*Allium sativum*) a *Ditylenchus dipsaci*. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 179-184, 2003.

CHARCHAR, J. M.; VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R.; MOITA, A. W. Efeitos de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 59-66, 2007b.

- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S.; SOBRINHO MENEZES, J. A.; LOPES, C. A. Nematóide fitoparasitas associados à plantas de alho (*Allium sativum* L. e *A. ampelorasum* L.), coletados nos principais estados produtores do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 105-114, 1980.
- CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; SILVA, E. N.; AMORIM, B. S. C.; SILVA, E. H. C.; NASCIMENTO, I. R. Resistência de genótipos de batata-doce a *Meloidogyne incognita* raça 2. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM. 4 p.
- CHITWOOD, B. G. Root-Knot nematodes – II. Quantitative relation of the root-knot nematode – *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, with tomato, onions and lima beans. **Plant and Soil**, v. 3, n. 2, p. 47-50, Jan. 1951.
- CLARK, C. A.; MOYER, J. W. **Compendium of sweet potato diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, c1988. p. 41-49.
- COOK, R. Resistance in plants to cyst and root-knot nematodes. **Agricultural Zoology Reviews**, v. 4, p. 213-240, 1991.
- COSTA, H.; SANTOS, J. M.; VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. *Pratylenchus coffeae* em mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) no Estado do Espírito Santo. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 2 p. 7. 1998.
- COSTA, H.; VENTURA, J. A.; SANTOS, J. M. dos; CARMO, C. A. S. do. **Nematóide das lesões em batata baroa**. Vitória: Emcaper, 2000. (Emcaper. Documentos, 106). 1 folder.
- DATA sheets on quarantine pests. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. [s.l]: CAB: EPPO. 6 p. Disponível em: <[https://www.eppo.int/QUARANTINE/data\\_sheets/nematodes/HETDSP\\_ds.pdf](https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/nematodes/HETDSP_ds.pdf)> Acesso em: 14 nov. 2016.
- DAUNAY, M. C.; DALMASSO, A. Multiplication of *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* et *M. arenaria* sur divers *Solanum*. **Revue de Nématologie**, v. 8, n. 1, p. 31-34, 1985.
- DECKER, H. **Phytonematologie**. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1969. 526 p.
- DI VITO, M.; ZACCHEO, G.; GATALANO, F. Source of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.) in eggplant. In: EUCARPIA MEETING ON GENETICS AND BREEDING ON CAPSICUM

- AND EGGPLANT, 8., Rome., 1992. **Proceedings...** Rome: EUCARPIA, 1992. p. 301-303.
- DJIAN-CAPORALINO, C.; FAZARI, A.; ARGUEL, M. J.; VEMIE, T.; VANDECASTEELE, C.; FATURE, I. Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp) me resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L) are clustered on the p9 chromosome. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 114, n. 3, p. 473-486, Mar. 2007.
- DROPKIN, V. H. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: reversal by temperature. **Phytopathology**, v. 59, n. 11, p. 1632-1637, 1969.
- DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; ROCHA, F. S.; SILVA, J. R. C.; POZZA, E. A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 405-407, jul./ago. 2006.
- EMBRAPA. **Cultivares de batata irão aumentar a produtividade de agricultores familiares**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/outubro/5a-semana/cultivares-de-batata-da-embrapa-vao-aumentar-produtividade-de-agricultores-familiares/>>. Acesso em: 8 mai. 2013.
- FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematóides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, p. 157-195, 1999.
- FERRAZ, L. C. C. B.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Comportamento de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de crescimento determinado em relação ao nematoide *Meloidogyne incognita* (Kofoid; White, 1919) Chitwood, 1942. **Revista Científica**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 87-91, 1983.
- FRANCO, A. J.; CHARLO, H. C. O.; GALATTI, F. S.; BRAZ, L. T. Avaliação de genótipos de cucurbitáceas quanto à resistência á *Meloidogyne incognita*. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, s3650 – s3653, jul./ago. 2008. Suplemento.
- GILBERT, J. C.; MCGUIRRE, D. C. Inheritance of resistance to severe root-knot from *Meloidogyne incognita* in commercial-type tomatoes. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 68, n. 3, p. 437-442, 1956.
- GOMES, L. A. A. Herança da resistência da alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Grand Rapids ao nematóide de galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. 1999. 70 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

- GONÇALVES, R. J. S.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T. M.; LASMAR, A.; MELO, O. D.; CARVALHO, R. C.; SILVEIRA, M. A. Seleção de Clones de Batata-Doce para Resistência a *Meloidogyne mayaguensis* Rammah; Hirschmann (1988). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 4 p.
- GOODEY, J. B.; FRANKLIN, M. T.; HOOPER, D. J. **The nematode parasites of plant catalogued under their hosts**. Farnham Royal: CAB, 1965. 214 p.
- GUBINA, V. G. (Ed.). **Nematode of plants and soils: genus Ditylenchus**. Karashi: Saad publications, 1988. 397 p.
- HARE W. W. Resistance in pepper to *Meloidogyne incognita* acrita. **Phytopathology**, v. 46, p. 98-104, 1956.
- HEALD, C. M.; INSERRA, R. N. Effect of temperature on infection and survival of *Rotylenchulus reniformis*. **The Journal of Nematology**, v. 20, n. 3, p. 356-361, July 1988.
- JANSSEN, G. J. W., VAN NOREL, A.; JANSSEN, R.; HOOGENDOORN, J. Dominant and additive resistance to the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* in Central American *Solanum* species. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 94, n. 5, p. 692-700, Apr. 1997.
- JATALA, P. Nematodes in tuber and root crops and root crops and their management. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PROTECTION, 11., 1987, Manila. Focus on the developing world. **Proceedings...** Minneapolis: Universidade de Minnesota, [198?].
- JATALA, P.; SCURRAH, M. M. Mode of dissemination of *Nacobus* sp. in certain potato-growing areas of Peru and Bolivia. **Journal of Nematology**, v. 7, n. 25, 1975.
- JENSEN, H. J.; ARMSTRONG, J.; JATALA, P. Annotated bibliography of nematode pests of potato. Lima: International Potato Center, 1979. 315 p.
- JORDAAN, E. M.; WAELE, D. de.; VAN ROOYEN, P. J. Endoparasitic nematodes in corn roots in the Western Transvaal as related to soil texture and rainfall. **Journal of Nematology**, v. 21, n. 3, p. 356-360, jul. 1989.
- KARSSSEN, G.; WESEMAEL, W.; MOENS, M. Root-knot nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Ed.). **Plant Nematology**. 2nd ed.

Wallingford: CABI, 2013. p. 73–108.

KOENNING, S. R.; OVERSTREET, C.; NOLING, J. W.; DONALD, P. A.; BECKER, J.O.; FORTNUM, B. A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. **Journal of Nematology**, v. 31, n. 4S, p. 587-618. Dec. 1999.

KOUASSI, A. B.; KERLAN, M. C.; CAROMEL B.; DANTEC J. P.; FOUVILLE, D.; MANZANARES-DAULEX M.; ELLISSECHE, D.; MUGNIERY D. A major gene mapped on chromosome XII is the main factor of a quantitatively inherited resistance to *Meloidogyne fallax* in *Solanum sparsipilum*. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 112, n. 4, p. 699-707, 2006.

LIMA, R. D. de; DIAS, W. P.; CASTRO, J. M. da C. Doenças causadas por nematóides em cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 57-59, 1995.

LORDELLO, A. I. I.; LORDELLO, R. R. A. Identificação de raças de *Meloidogyne incognita* associados a algumas plantas. **Summa Phytopathologica**, v. 2, n. 1, p. 43-45, 1996.

LORDELLO, L. G. E. Mais um nematoide nocivo à mandioquinha-

salsa. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 46, 1970.

LORDELLO, L. G. E.; ZAMITH, A. P. L. Incidência de nematoides em algumas culturas de importância econômica. **Divulgação Agrônômica**, v. 2, p. 27-33, 1960.

MACGUIDWIN, A. E.; ROUSE, D. I. Effect of *Meloidogyne hapla*, alone and in combination with subthreshold populations of *Verticillium dahliae*, on disease symptomology and yield of potato. **Phytopathology**, v. 80, p. 482–486, 1990.

MAI, W. F. Plant-parasitic nematodes: their threat to agriculture In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C.(Ed.). An advanced treatise on Meloidogyne. Raleigh: North Carolina State University, 1985. v.1.

MAI, W.F.; BRODIE, B. B.; HARRISON, M. B.; JATALA, P. Nematodes. In: HOOKER, W. J (Ed.). **Compendium of Potato Diseases**. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, p. 93-101, 1990.

MANSO, E. C.; TENENTE, R. C. V.; FERRAZ, L. C. B.; OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 488 p.

MANUAL de hortaliças não convencionais. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento /ACS, 2010. 92 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108985/1/Carilha-Hortalicas-nao-convencionais.pdf>> Acesso em: 27 mar. 2017.

MASSAROTO, J. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SILVA, R. R.; GOMES, A.R.V.A. Reação de clones de Batata-Doce a *Meloidogyne incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2 jul-ago, 2008. Suplemento.

MATTOS, L. M.; PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA, J. L.; SANTANA, J. P. Wild Solanaceae: Potential for the use as rootstocks resistant to root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). **Acta Horticulturae**, v. 917, p. 243-247, 2011.

\_\_\_\_\_. Melão e melancia. In: LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1978. p. 166.

MCSORLEY, R.; ARNETT, J. D.; BOST, S. C.; CARTER, W. W.; HAFEZ, S.; JOHNSON, A. W.; KIRKPATRICK, T.; NYCZEPIR, A. P.; RADEWAD, J. D; ROBINSON, A. F.; SCHMITT, D. P. Bibliography of estimated crop losses in the United States due to plant-parasitic nema-

todes. **Annals of Applied Nematology**, v. 1, p. 6–12, 1987.

MCSORLEY, R.; THOMAS, S. H. Disease caused by nematodes. In: PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPH, J. F.; GOLDBERG, N. P. (Ed.). **Compendium of pepper diseases**. Minnesota: The American Phytopathological Society, 2003.

MELLO, L. M. Nematóides que parasitam o melão cantalupe no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 39-44, 1958.

MENDES, M. L.; PRIA, M. D.; GEUS-BOUWMAN, D. M.; VICENTE, F. R.; TOMASELLI, F. Ocorrência de *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Chitwood; Oteifa, 1952, em Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) no Município de Castro, PR. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 85-87, 2001.

METLITSKY, O. Z. Stem nematode race parasitic on cultivated strawberries. In: STRAWBERRY cultivation in the USSR. Izdatelstvo: [s.n.], 1972. p. 422-426.

MONTEIRO, A. R. O nematoide *Pratylenchus penetrans* causa necrose em mandioquinha-salsa no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 4, 1979, Piracicaba, São Paulo. Trabalhos apresentados...

Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1980. p. 59-63.

MORRELL, J. J.; BLOOM, J. R. Influence of *Meloidogyne incognita* on *Fusarium* wilt of tomato at or below the minimum temperature for wilt development. **Journal Nematology**, v. 13, p. 57-60, 1981.

\_\_\_\_\_. **Nematodos parasitos de la papa**. Lima: CIP, 1986. 19p. (CIP. Boletim de Informaciona Tecnica, 8).

NOLING, J. W., BECKER, J. O. The challenge of research and extension to define and implement 1005 alternatives to methyl-bromide. **Journal Nematology**, v. 26, p. 573-586, 1994.

NOZAKI, H. H.; CAMPOS, V. P. Efeito da aplicação de aldicarb e carbofuran no crescimento e produção de tomate e mandioquinha-salsa em microplots. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, n. 2, p. 203, 1991. Resumo

NUGENT, P. E.; DUKES, P. D. Root-knot nematode resistance in *Cucumis* species. **HortScience**, v. 32, n. 5, p. 880-881, 1997.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Revista Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

PESQUISA de mercado de sementes de hortaliças - ano calendário 2009. Disponível em: <[http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa\\_mercado\\_2009.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf)> . Acesso em: 20 mar. 2016.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; ALMEIDA, M. R. A.; PEREIRA, R. B.; GALHARDO, L. C. S.; CARNEIRO, R. M. D. G. First Report of *Meloidogyne enterolobii* in *Capsicum* Rootstocks Carrying The Me1 and Me3/Me7 Genes in Central Brazil. **Nematropica**, v. 45, p. 184-188, 2015.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; LOPES., C. A.; SILVA, G. O. Identificação de fontes de resistência ao nematoide *Meloidogyne mayaguensis* em acessos de tomateiro (*Solanum* secção *Lycopersicon*). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 18 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

PINHEIRO, J. B.; DUVAL, A. M. Q.; FURUMOTO, O.; LOPES., C. A.; SILVA, G. O. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em Linhagens Avançadas de Tomateiro Industrial. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 19 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

- PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA, J. L.; SANTANA, J. P. Reaction of Wild Solanaceae to *Meloidogyne incognita* Race 1 and *M. javanica*. **Acta Horticulturae**, v. 917, p. 237-241, 2011.
- PONTE, J. J. Uso da manipueira como insumo agrícola: defensivo e fertilizante. In: CEREDA, M. P. (Ed.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Fundação Cargill. São Paulo SP. p. 80-95, 2001.
- PONTE, J. J.; CASTRO, F. E. Lista adicional de plantas hospedeiras de nematoides-das-galhas *Meloidogyne* spp. no estado do Ceará (Brasil), referente a 1969/74. **Fitossanidade**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 29-30, 1975.
- PONTE, J. J.; FERNANDES, E. R.; SILVA, A. T. Plantas hospedeiras de *Meloidogyne* no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 2., 1977, Piracicaba, **Trabalhos apresentados...** Piracicaba : SBN, 1977, p. 67-70.
- REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 14 set. 2012.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. *Cultivo*. In: RIBEIRO CS; LOPES CA; CARVALHO S. I. C.; HENZ G. P.; REIFSCHNEIDER F. J. B (Ed.). **Pimentas *Capsicum***. Embrapa Hortaliças p. 11-14, 2008.
- ROBERTS, P. A.; MAY, D. *Meloidogyne incognita* resistance characteristic in tomato genotypes developed for processing. **Journal of Nematology**, v. 18, p. 352-359, 1986.
- ROBERTS, P. A.; MULLENS, T. R. Diseases Caused by Nematodes. In: DAVIS, R.M; RAID, R. N (Ed.). **Compendium of Umbelliferous Crop Diseases**, The American Phytopathological Society, p. 45-50, 2002.
- ROBERTS, P. A.; THOMASON, I. J. Variability in reproduction of isolates of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on resistant tomato genotypes. **Plant Disease**, v. 70, p. 547-551, 1986.
- ROBERTS, P. S.; DALMASSO, A.; CAP, G. B.; CASTAGNONE-SERENO, P. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of Mi gene compatible *Meloidogyne* populations. **Journal Nematology**, v. 22, p. 585-589, 1990.
- ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCOLI, A. *Rotylenchulus* spe-

- cies: identification, distribution, host range, and crop plant resistance. **Nematropica**, v. 27, p. 127-180, 1997.
- ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. Nematodes. In: ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. St. Paul: APS Press, p. 88-189. 1996.
- SANTOS, B. B.; SILVA, L. A. T. Ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* Goeldi 1887 (Nematoda, Heteroderidae) em algumas plantas cultivadas do Estado do Paraná, Brasil. (Mandioquinha-salsa). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 21-26, 1984.
- SANTOS, C. E et al. Anuário Brasileiro de Hortaliças. 2015. 68 p.
- SANTOS, F. F.; MADEIRA, N. R. **Mandioquinha-salsa: Produção de mudas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, Versão Eletrônica, junho, 2008.
- SANTOS, J. M. Os nematóides na cultura de batata. **Revista Batata Show**. p. 08-10, ano 3, n. 7, julho, 2003.
- SANTOS, M. A. Fitonematóides do gênero *Pratylenchus* em batata. **Revista Batata Show**. p. 35-36, ano 4, n. 9, setembro, 2004.
- SASSER, J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C. E. (Ed.). **Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): Systematics, biology and control**. London: Academic Press, p. 256-268, 1979.
- SAYRE, R. M.; TOYAMA, T. K. The effect of root-knot nematodes on the yield of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 44, p. 265-267, 1964.
- SCOTT, G. J. M.; ROSEGRANT, M. W.; RINGLER, C. Roots and tuber for the 21st century: trends, projections, and policy options. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2000. 71 p. (Food Agriculture and Environment Discussion, Paper 31).
- SCURRAH, M. L.; NIERE, B.; BRIDGE, J. Nematodes Parasites of *Solanum* and Sweet Potatoes. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2. ed. Oxfordshire: CABI, p. 193-219, 2. ed, 2005.
- SCURRAH, M. **Manual de manejo de nematodos em campos de papa em El Peru**. Proyecto INCO DEV "Evaluating new traits for potato in the Central Andes with an appropriate poverty focus". Lima, 73 p. 2008.
- SEINHORST, J. W. Population studies on the eelworm

(*Ditylenchus dipsaci*), **Nematologica**, Leiden, Holanda, v. 1, p. 159-164, 1956.

SILVA, A. R.; SANTOS, J. M. **Nematóides na Cultura da Batata no Brasil**. 1. ed. São Paulo, Associação Brasileira da Batata - ABBA, 55 p., 2007.

SILVA, E. H. C.; CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; OLIVEIRA, G. I. S.; PIOVESAN, J. I.; NASCIMENTO, I. R. Resistência de Genótipos de Batata-Doce a *Meloidogyne javanica*. In: 6º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2011, Búzios - RJ. 6º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas: Panorama Atual e Perspectivas do Melhoramento de Plantas no Brasil (cd-rom). Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2011. 4 p.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Histopatologia de raízes de *Crotalaria* parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 46-48, 1990.

SILVA, M. E.; MUNIZ, M. F. S.; SILVA, A. B.; CASTRO, J. M. C.; MOURA FILHO, G.; ROCHA, F. S.; LIRA, A. D.; SILVA, M. B. Sucessão de cultivos no manejo da casca preta do inhame em campo. **Nematropica**, v. 44, p. 57-63, 2014.

SOWMYA, D. S.; RAO, M. S. Biotechnological approaches for bio-management of disease complex in carrot (*Daucus carota* L.) by using fluorescent pseudomonads and *Paecilomyces lilacinus*. National Nematology Symposium on "Nematodes: A Challenge Under Changing Climate and Agricultural Practices", 16th-18th November, 2011, Thiruvananthapuram, Kerala, India, pp. 143-144, 2011.

STURHAN, D. Biological races. In: ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F.; ROHDE, R. A. (Ed.). **Plant parasitic nematodes**. London: Academic, v. 2. p. 51-57, 1971.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, Identification and Control of Root-knot Nematodes** (*Meloidogyne* spp.). Departament Plant Pathology, North Carolina State University, and U.S. Agency for International Development, Raleigh, 1978.

TEIXEIRA, L. M. S.; MOURA, R. M. Identificação de raças fisiológicas de *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Heteroderidae) no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 10, p. 177-184, 1985.

TENENTE, R. C.; MANSO, E. S. B. G. C. Nematóides formadores de cistos em batata. **Comunicado Técnico**. Centro Nacional de Recursos Genéticos-Cenargen,

Embrapa, n. 6, nov. 1983

TIHOHOD, D.; SANTOS, J. M.;  
FOGLI, M. G. R. *Meloidogyne*  
spp. limita a produção de melão  
(*Cucumis melo* L.) na região de Açu,  
RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO  
DE NEMATOLOGIA, v. 17, 1993,  
Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal:  
UNESP, p. 92, 1993.

TORRES, G. R. C.; MEDEIROS, H.  
A.; SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA,  
K. C.; NUNES, G. H. S. Reprodução  
do nematóide reniforme em  
culturas com potencial econômico  
de exploração no Agro-Pólo Assu-  
Mossoró. **Revista Caatinga**, v. 21,  
n. 2, p. 96-101, 2008.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E.  
M. R.; MOURA, R. M. Reações de  
Genótipos de Meloeiro e Melancia  
a *Rotylenchulus reniformis*.  
**Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 1,  
p. 17-21, 2006.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E. M.  
R.; SIQUEIRA, K. M. S.; MOURA,  
R. M. Response of cucurbit species  
to *Rotylenchulus reniformis*.  
**Fitopatologia Brasileira**, v.30, p. 85-  
87, 2005.

TRUDGILL, D. L. Resistance and  
tolerance of plant parasitic nema-  
todes in plants. **Annual Review of**  
**Phytopathology**, v. 29, p. 167-192,  
1991.

VRAIN, T. C, FOURNIER, Y.;  
CRÊTE, R. Carrot yield increases  
after chemical control of root-knot  
nematode in organic soil. **Canadian**  
**Journal of Plant Science**, v. 61, p.  
677-682, 1981.

WALLACE, H. R. Nematode ecology  
and plant disease. London: Edward  
Arnold, 1973. 228 p.

WATTS, V. M. The use of  
*Lycopersicon peruvianum* as a  
source of nematode resistance in  
tomatoes. **Proceedings of American**  
**Society of Horticultural Science**, v.  
49, p. 233-234, 1947.

WILLIAMSON, V. M.; ROBERTS,  
P. A. Mechanisms and genetics  
of resistance. In: PERRY, R. N.;  
MOENS, M.; STARR, J. L (Ed.).  
Root-knot nematodes. CAB  
Internacional, Wallingford, p. 301-  
325, 2010.

WINSLOW, R. D.; WILLIS, J. R.  
Nematode diseases of potatoes.  
In: Webster, J. M. (Ed.). **Economic**  
**nematology**. London, Academic  
Press, p. 17-48, 1972.

YAGHOOBI, J.; KALSOSHIAN, I.;  
WEN, Y.; WILLIAMSON, V. M. Map-  
ping a new nematode resistance  
locus in *Lycopersicon peruvianum*.  
**Theoretical and Applied Genetics**, v.  
91, p. 457-464, 1995.

## LITERATURA RECOMENDADA

ALMEIDA, M. T. S. C. M.; DECRAEMER, W. Trichodoridae, família de nematoides vetores de vírus. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 115-190, 2005.

ARAGÃO, F. A. S.; CHARCHAR, J. M. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em Cultivares de Tomate e Pepino sob Estufa Plástica e Campo. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 243-249, 2005.

ATHAYDE, J. T.; SANTOS, A. F.; PEREIRA, J. O.; MARIN, A. J. Ocorrência de *Ditylenchus dipsaci* em alho (*Allium sativum* L.) no estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 7, n. 3, p. 568, 1982.

BERINJELA (*Solanum melongena* L). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. (Embrapa Hortaliças. Sistemas de Produção, 3). Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela\\_Solanum\\_melongena\\_L/index.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/index.html)>. Acesso em: 22 mar. 2017.

BERKELEY, M. J. Vibrio forming cysts on the roots of cucumbers. **Gardeners' Chronicle** 7 April, p. 219-221, 1855. Disponível em: <<https://archive.org/>

[details/cbarchive\\_108969\\_vibrioformingcystsontherootsof1844](https://archive.org/details/cbarchive_108969_vibrioformingcystsontherootsof1844)> Acesso em: 22 mar. 2017.

BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Breeding plants for resistance to nematodes. **Journal Nematology**. v. 24, p. 242-252, 1992.

CAMPOS, V. P. Doenças causadas por nematoides em alcachofra, alface, chicória, morango e quiabo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 17-22, dez. 1995.

CANIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Comparação de métodos de enxertia em pepino. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 95-99, mar. 2002.

CANTU, R. R.; WILCKEN, S. R. S.; ROSA, J. M. O.; GOTO, R. Reação de porta-enxertos comerciais de tomateiro a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 216-218, 2009.

CESNIK, R. *Meloidogyne javanica* parasitando raízes de quiabeiro. **O Solo**, Piracicaba, n. 51, p. 17-18, 1959.

CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Epidemics of *Meloidogyne brasiliensis* on processing tomato hybrids carrying the *Mi* (root-knot nematode

resistance) gene in Central Brazil.

**Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, p. 108, 2004.

CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S.; SOBRINHO MENEZES, J. A.; LOPES, C. A. Nematóides fitoparasitas associadas à planta de alho (*Allium sativum* L. e *A. ampeloprasum* L.), coletados nos principais estados produtores do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 105-114, fev. 1980.

CHARCHAR, J. M.; MADEIRA, N. R. **Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*):** Nematóides. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata à infecção por *Meloidogyne incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 2, p. 189-193, nov. 1996.

CHARCHAR, J. M.; SANTOS, F. F.; VENTURA, J. A. Nematóides da mandioquinha-salsa. In: SANTOS, F. F.; CARMO, C. A. S (Ed.). **Mandioquinha salsa: manejo cultural**. Brasília, DF: Embrapa SPI : Embrapa Hortaliças, 1998. p. 57-63. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107364/1/CNPH-MANDIOQ.-SALSA-MANEJ.-CULT.-98-2.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

CHEN, JIN-FENG; LEWIS, S. A new resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid; White) Chitwood identified in Cucumis. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, Madison, v. 23, p. 1-3, 2000.

CHITWOOD, B. G.; BUHRER, E. M. Summary of soil fumigant tests made against the golden nematode of potatoes (*Heterodera rostochiensis*, Wollenweber), 1942-1944. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, Washington, DC, v. 12, p. 39-41, 1945.

CRITTENDEN, A. W. Effect of clean fallow in root knot development on soybeans. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 43, p. 405, 1953.

CURI, S. M.; SILVEIRA, S. G.; MIRANDA, H.; VIVARELLI, J. B. *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, 1941 em Batata no Estado de São Paulo, **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 14, p. 143-145, 1990.

DAVIS, R. M.; SUBBARAO, K. V.; RAID, R. N.; KURTZ, E. A (Ed.). **Compendium of lettuce diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1997. 79 p.

DECKER, H. **Plant nematodes and their control (Phytonematology)**.

Washington: United States Department of Agriculture, 1981. 540p.

DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; QUEIROZ, M. A.; FARIA, C. M. B. **Cultura da melancia**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 20 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica 63). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/27297/1/CTE63.pdf>> Acesso em: 22 mar. 2017.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A. Efeito da rotação com *Crotalaria juncea* na produtividade da cana-de-açúcar, tratada ou não com nematicidas no plantio. **Nematologia Brasileira**, Campinas, p. 63-66, v. 29, n. 1, 2005.

ELMSTROM, G. M.; HOPKINS, D. L. Field resistance to root-knot nematode in muskmelon. **HortScience**, Alexandria, v. 8, n. 2, p. 134, 1973.

FARGETTE, M. Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterization. **Revue de Nématologie**, Bondy, v. 10, p. 45-56, 1987.

FASSULIOTIS, G. Resistance of *Cucumis* spp. To the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*.

**Journal of Nematology**, College Park, v. 2, p. 174-178, 1970.

FASSULIOTIS, G.; RAU, G. J. Evaluation of *cucumis* spp. for resistance to the cotton root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 47, n. 9, p. 509, 1963.

FERRAZ, L. C. B. Doenças causadas por nematóides em batata doce, beterraba, gengibre e inhame. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 31-38, 1995.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. (Ed.). **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251 p.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. Use of antagonistic plants and natural products. In: CHEN, Z., CHEN, S.; DICKSON, D. W. **Nematology : advances and perspectives**. Volume II: nematode management and utilization. Wallingford: CABI Publishing, p. 931-978, 2004.

FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Os problemas com nematoides na cultura da cenoura e da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 120, p. 52-57, 1984

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. do. **Controle de fitonematoides por**

**plantas antagônicas.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 73 p. (UFV. Cadernos didáticos, 7).

FERREIRA, M. A. J. da F. Abóboras e morangas. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 61-88. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117197/1/Origem-e-Evolucao-de-Plantas-Cultivadas-Baixa.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; FIORINI, I. V. A.; DUARTE, R. P. F.; LICURSI. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos nematoides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 299-302, abr./jun. 2005.

GIORIA, R.; BRUNELLI, K. R.; KOBORI, R. F. A importância da nematologia no desenvolvimento de cultivares de hortaliças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, fev. 2013. Supl. Anais do 36º Congresso Paulista de Fitopatologia, 2013, São Paulo. (CD ROM).

GOMES, C. B.; SOUZA, R. M. Doenças causadas por nematóides. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2003. p. 321-349.

GUIMARÃES, L. M. P.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 139-147, 2003.

HUANG, S. P.; CARES, J. E. Doenças causadas por nematoides em umbelíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 183, p. 73-79, 1995.

HUANG, S. P.; PORTO, M. V. F. Efeito do alqueive na população dos nematoides-das-galhas e na produção de cenoura. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 4, p. 377-381, 1988.

INOMOTO, M. M. Nematóides em batata. **Revista Batata Show**, Itapetinga, Ano 1, n. 1, p. 21-22, maio, 2001.

JAEHN, A. Termoterapia de alho para erradicação de *Ditylenchus dipsaci*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 19, p. 93-96, 1995.

JAEHN, A.; KIMOTO, T. Amostragem de bulbos de alho em

campos infestados por *Ditylenchus dipsaci*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 18, p. 36-41, 1994.

JOHNSON, A. W.; HARMON, S. A. Cantaloup yield and grade increased by chemical control of *Meloidogyne incognita*. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 58, p. 746-748, 1974.

JOHNSON, A. W.; ROBERTS, P. A. Diseases caused by nematodes. In: SCHWARTZ, H. F.; MOHAN, S. K. (Ed.). **Compendium of onion and garlic diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1995. p. 35-40.

KHAN, M. W.; HAIDER, S. H. Comparative damage potential and reproduction efficiency of *Meloidogyne javanica* and races of *M. incognita* on tomato and eggplant. **Nematologica**, Leiden, v. 37, p. 293-303, 1991.

KWOSEH, C.; PLOWRIGHT, R. A.; BRIDGE, J. The yam nematode: *Scutellonema bradys*. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford, UK: CAB Internacional, 2002. p. 221-228,

LAWRENCE, G. W.; McLEAN, K. S. Efficacy of forthinzate on root-knot nematode on cantaloupe. **Fungicide and Nematicide Tests**, Ithaca, v. 50, p. 186, 1995.

LIMA, I. M.; SOUZA, R. M.; SILVA, C. P.; CARNEIRO, R. M. D. G. *Meloidogyne* spp. from preserved areas of Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 31-38, 2005.

LIMA, R. D'ARC. Nematoides parasitas das brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p. 25-26, nov. 1985.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo, Nobel, 1978. 197 p.

LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2. ed. Oxfordshire: CABI, 2005. 871 p.

MADEIRA, N. R.; SOUZA, R. J. Mandioquinha-salsa: Alternativa para o pequeno produtor. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 60, p. 47-49, dez, 2004.

MARANHÃO, S. R. **Reação de indivíduos segregantes de goiabeira e araçazeiro a *Meloidogyne* spp. e caracterização de populações atípicas do nematoide**. Recife, 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2001. 96 p.

MARCHESE, A.; MALUF, W. R.; NETO, A. C. G.; GONÇALVES, R.

- J. S.; GOMES, L. A. A.; MILLIGAN, S. B. I.; BODEAU, J.; YAGHOUBI, J.; KALOSHIAN, I.; ZABEL, P.; WILLIAMSON, V. M. The root-knot nematode resistance gene *Mi* from tomato is a member of the leucine-zipper nucleotid-binding, leucine-rich repeat family of plant genes. **Plant Cell**, Rockville, v. 10, p. 1307-1319, 1998.
- MOURA, R. M. O Gênero *Meloidogyne* e a Meloidoginose - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: SBF, v. 4, p. 209-244, 1996.
- NETSCHER, C.; SIKORA, R. A. Nematode parasites of vegetables. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. London: CAB International, 1990. p. 237-283.
- OLIVEIRA, R. D. L.; SILVA, M. B.; AGUIAR, N. D. C.; BÉRGAMO, F. L. K.; COSTA, A. S. V.; PREZOTTI, L. Nematofauna associada à cultura do quiabo na região leste de Minas Gerais, **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 088-093. 2007.
- PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 17, p. 203-222, 1979.
- PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA, J. L.; PEREIRA J. de S. **Solanáceas silvestres: potencial de uso como porta-enxertos resistentes ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009 19 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPq-2010/36365/1/bpd-57.pdf>> . Acesso em: 22 mar. 2017.
- ROBERTS, P. A. Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. **The Journal of Nematology**, Saint Paul, v. 24, n. 2, p. 213-227, June 1992.
- ROSSI, M.; GOGGIN, F. L.; MILLINGAN, S. B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D. E.; WILLIAMSON, V. M. The nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid. **Proceedings National Academy of Science**, v. 95, p. 9750-9754, 1998.
- SANTOS, B. B.; LOZANO, L. A. L. Ocorrência de *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda: Tylenchidae) em alho no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 113, 1988.
- SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L.; REZENDE, J. A. M.; COSTA, H (Ed.).

**Manejo integrado de doenças da melancia.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 70 p.

SASSER, J. N.; TAYLOR, A. L. World distribution of *Meloidogyne* species. In: SASSER, J. N.; TAYLOR, A. L. (Ed.) **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species).** North Carolina: North Carolina State University, 1978. p. 3-4.

SHARMA, R. D. Adubação verde no controle de fitonematóides. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F (Ed.). **Cerrado: adubação verde,** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, p. 237-272.

SIKORA, R. A.; FERNÁNDEZ, E. Nematode parasites of vegetables. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J.(Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.** 2. ed. Walingford: CABI Bioscience, 2005. p. 319-392,

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 13, p. 151-163, 1989.

SILVA, L. A. T.; ANTONIO, H.; SANTOS, B. B. Ocorrência do *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn,

1857) Filipjev, 1936 (Nematoda: Tylenchidae) em cultura do alho no Paraná, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 29-33, 1984.

STEELE, A. E. Nematodes parasites of sugar beet. In: WHITNEY, E. D.; DUFFUS, J. E. (Ed.). **Compendium of beet diseases and insects.** St. Paul: The American Phytopathological Society, 1991, p. 33-36.

STONE, A. R. *Heterodera pallida*. **Commonwealth Institute of Helminthology Descriptions of Plant Parasitic Nematodes**, v. 2, n. 16-17, 1973.

TALAVERA, M.; SAYADI, S.; CHIROSA-RIOS, M.; SALMERÓN, T.; FLOR-PEREGRIN, E.; VERDEJO-LUCAS, S. Perception of the impact of nematode-induced diseases in horticultural protected crops of south-eastern Spain. **Nematology**, v. 14, p. 517–527, 2012.

TENENTE, R. C. V., GONZAGA, V., SOUSA, A. I. de. M.; SANTOS, D. S. **Aplicação de tratamentos físicos e químicos em sementes de beterraba importada, na erradicação de *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1857) Filipjev, 1936.** Embrapa Cenargen, 2005. 8 p. (Embrapa Cenargen. Circular Técnica, 36). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/>

CENARGEN/28002/1/ct036.pdf> . Acesso em: 22 mar. 2017.

TENENTE, R. C. V.; VIANELLO, R. P.; PINHEIRO, F. P. Reprodução de *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1857) Filipjev, 1936 em diferentes plantas hospedeiras no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 87-90, 2000.

THIES, J. A. Diseases caused by nematodes. In: ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E (Ed.). **Compendium of cucurbit diseases**. Minnesota: The American Phytopathological Society, 1996. p. 56-58.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Funep: Jaboticabal, 2000. 473 p.

TOMATE. Vitória, ES, Incaper, 2010. p. 288-290. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/793/1/Livro-Tomate-Incaper.pdf>> . Acesso em: 22 mar. 2017.

UCDAVIS, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS. Disponível em: <<http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/>> Acesso em: 16 maio. 2010.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Integrated pest management for potatoes in the western United States**. Oakland, 1986. p. 108-116. (University of California. Publication, 3316).

WILLMOTT, S.; GOOCH, P. S.; SIDDIQI, M. R.; FRANKLIN, M. C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes. St. Albans: CAB, 1972/1977. 7v. (CAB. SET 1-7).

ZAAG, D. E.; van der.; ASSCHEMAN, E.; BRINKMAN, H.; BUS, C. B.; DELFT, M. van; HOTSMA, P. H.; MEIJERS, C. P.; MULDER, A.; TURKENSTEEN, L. J.; WUSTMAN, R. (Ed.). **Potato diseases; diseases, pests and defects**. Netherlands: NIVAA, 1996. p. 86-101.





**Embrapa**

**Hortalças**

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

BRASIL  
GOVERNO FEDERAL