

# NEMATOIDES

Leila Luci Dinardo-Miranda<sup>1</sup>e

Isabella Dinardo Miranda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Cana – IAC - <sup>2</sup> DMLab Análises Agrícolas



**FMC**

---

**DMLab**

# SUMÁRIO

1. O que são nematoides .....	pág.1
2. Principais gêneros de nematoide importante para a agricultura brasileira.....	pág.1
2.1 Gênero Meloidogyne.....	pág.1
2.2 Gênero Heterodera.....	pág.3
2.3 Gênero Pratylenchus.....	pág.4
2.4 Gênero Radopholus.....	pág.5
2.5 Gênero Rotylenchulus.....	pág.6
2.6 Gênero Tylenchulus.....	pág.7
2.7 Gênero Helicotylenchus.....	pág.8
3. Amostragem: Como identificar áreas com problemas com nematoide.....	pág.8
3.1 Como e quando amostrar.....	pág.8
3.2 Amostragem em cana-de-açúcar.....	pág.9
3.3 Amostragem em lavouras de café e citros.....	pág.10
3.4 Amostragem em culturas anuais (soja, algodão, milho e outras).....	pág.11
3.5 Cuidados com as amostras.....	pág.11
3.6 Envio ao laboratório.....	pág.11
4. Métodos gerais de controle .....	pág.12
4.1 Variedades resistentes .....	pág.12
4.2 Preparo do solo.....	pág.13
4.3 Rotação de culturas.....	pág.13
4.4 Adição de matéria orgânica ao solo.....	pág.16
4.5 Uso de nematicidas químicos e biológicos.....	pág.17
5. Manejo de áreas infestadas por nematoide .....	pág.17
5.1 Algodão.....	pág.17
5.2 Batata.....	pág.21
5.3 Café.....	pág.24
5.4 Cana-de-açúcar.....	pág.28
5.5 Citros.....	pág.31
5.6 Feijão .....	pág.33
5.7 Milho .....	pág.35
5.8 Soja .....	pág.38
5.9 Tomate .....	pág.44
6. Referências.....	pág.46

# 1. O QUE SÃO NEMATOIDES

Nematoides são animais que vivem nos mais diferentes habitats, sendo que algumas espécies podem causar danos às plantas cultivadas, sendo parasitos obrigatórios destas. Os nematoides parasitos de plantas são geralmente microscópicos e filiformes, ou seja, com o corpo em forma de fio, embora algumas espécies de grande importância para a agricultura apresentem outras formas, na fase adulta.

Algumas espécies podem atacar caules, folhas e flores e são importantes para culturas de alho, morangueiro, arroz e crisântemos. Porém, do ponto de vista econômico, as espécies de nematoides mais importantes são aquelas que parasitam o sistema radicular, bulbos e tubérculos. Cana-de-açúcar, café, soja, laranja, milho, batata, hortaliças e muitas outras culturas são bastante prejudicadas por nematoides desse tipo, tendo suas produtividades grandemente reduzidas por eles.

Quanto à mobilidade na fase adulta, os nematoides podem ser classificados em sedentários – aqueles que não se locomovem, e migradores – aqueles cujos adultos podem se locomover tanto no solo como nas plantas. Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são sedentários, enquanto os do gênero *Pratylenchus* são migradores.

Em relação ao parasitismo, podem ser classificados em endoparasitos, quando ficam totalmente imersos nas raízes para se alimentar, tais como *Meloidogyne* e *Pratylenchus*; semiendoparasitos, quando permanecem com parte do corpo externamente à planta enquanto os indivíduos se alimentam, tais como fêmeas maduras de *Heterodera glycines* e *Tylenchulus semipenetrans* ou ectoparasitos, quando permanecem no solo durante a alimentação, como *Helicotylenchus*.

## 2. PRINCIPAIS GÊNEROS DE NEMATOIDES IMPORTANTES PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA

### 2.1 Gênero *Meloidogyne*

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são conhecidos como formadores de galhas, devido às deformações que provocam nas raízes das plantas

As fêmeas têm corpo em forma de pera, globoso com a região anterior formando um “pescoço”, de cor branco-leitosa.

Cada fêmea deposita de 400 a 500 ovos em um único local no interior das raízes ou na superfície delas. Os ovos são envolvidos por uma substância gelatinosa excretada pela fêmea através de suas glândulas retais, formando uma massa chamada de ooteca.

(Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).



Galhas provocadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* em raízes de soja.  
(Fotografia: L.L.Dinardo-Miranda).

Atraídos por exsudatos radiculares das plantas, os J2 penetram nas radículas de plantas suscetíveis, geralmente pelas pontas, e atravessam o parênquima cortical para posicionar a região anterior do corpo na periferia do cilindro central. Ali estabelecem o parasitismo. Através do estilete, injetam secreções em células localizadas ao redor da região anterior do corpo e, por causa dessas secreções, as células tornam-se hipertrofiadas, com citoplasma denso, granuloso e núcleos e nucléolos muito evidentes; devido ao tamanho avantajado, essas células são conhecidas como células gigantes e são essenciais à alimentação e ao desenvolvimento dos nematoides, pois passam a ser seus bolsões alimentadores. Os nematoides injetam continuamente toxina nestas células e sugam o material exsudado por elas (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

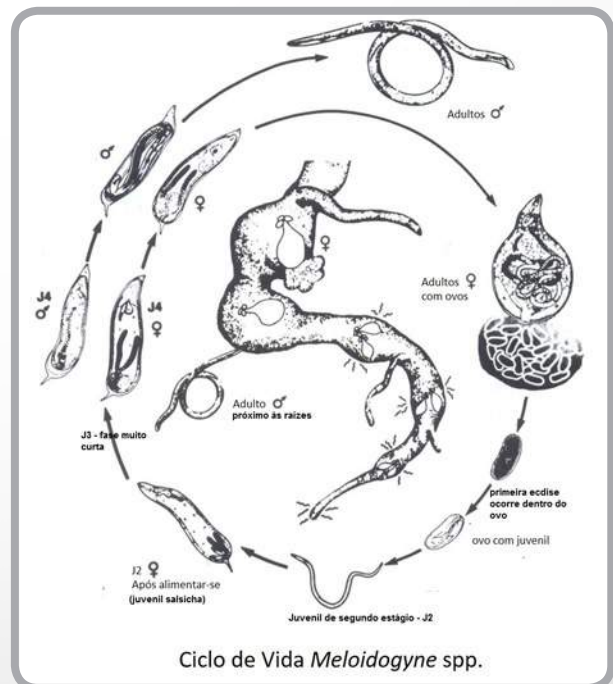
Concomitantemente à formação das células gigantes, a substância injetada pelos nematoides irradia-se para a região cortical, onde ocorre aumento no número e no tamanho das células; em consequência, o córtex entumece e as raízes engrossam, formando a galha, o mais conhecido e frequente sintoma de ataque de nematoides do gênero *Meloidogyne* (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Com a formação das células nutridoras, os J2 tornam-se gradualmente mais robustos, com corpo em forma de salsicha, perdem a mobilidade (tornam-se sedentários) e passam rapidamente por mais duas ecdises. Tanto os juvenis de terceiro estágio (J3) como os de quarto estágio (J4) são desprovidos de estilete e são incapazes de se alimentar. Após a quarta ecdise, formam-se os adultos, já com estilete e esôfago regenerados. São endoparasitos sedentários, isto é, alimentam-se no interior das raízes e depois de estabelecido o sítio de alimentação, não se locomovem mais (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Há muitas espécies de *Meloidogyne*; algumas parasitam várias culturas, como *M. incognita* e *M. javanica*, e por isso estão entre as mais importantes para o Brasil. Outras espécies, entretanto, tem uma gama de hospedeiros bem restrita, como é o caso de *M. exigua*, parasito do cafeeiro.

Algumas espécies, como *M. incognita* e *M. javanica*, se reproduzem por partenogênese mitótica obrigatória, com as populações sendo constituídas praticamente só de fêmeas. Os machos aparecem em maior número somente quando as condições ambientais são desfavoráveis. Em outras espécies, a reprodução é sexuada e os machos estão presentes e são abundantes na população. Quando presentes, os machos têm corpo vermiforme, alongado, e resultam de complexa metamorfose do último estágio juvenil e, de acordo com muitos autores, não são parasitos.

A duração do ciclo biológico é muito influenciada por fatores como temperatura, umidade e planta hospedeira, sendo em geral ao redor de três a quatro semanas.



Ciclo biológico de nematoides do gênero *Meloidogyne*.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são parasitos da maioria das culturas de importância econômica, como café, cana-de-açúcar, soja, algodão, entre outras.

## 2.2 Gênero *Heterodera*

Os nematoides do gênero *Heterodera* são conhecidos como os nematoides dos cistos. No Brasil, foram registradas até o momento somente duas espécies de *Heterodera*: *H. ficii*, parasito de figueira e sem grande expressão econômica e *H. glycines*, importante parasito da soja.

Dos ovos de *Heterodera*, nascem juvenis de segundo estágio (J2), visto que a primeira ecdise ocorre ainda dentro do ovo. Os J2 são vermiformes e móveis, penetram na raiz, migram até o cilindro central e incitam a formação das células nutridoras. Iniciando a alimentação, o J2 fixa-se ao local e se torna sedentário. À medida que vão se alimentando, tornam-se mais robustos, com aspecto de salsicha, e sofrem mais duas ecdises, nas quais formam-se os juvenis de terceiro e quarto estágio (J3 e J4).

Diferentemente do que ocorre em *Meloidogyne*, J3 e J4 se alimentam normalmente, pois têm estilete robusto e esôfago normal (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Com o desenvolvimento dos juvenis, os nematoides rompem o córtex e a epiderme da radícula infestada, expondo a parte posterior do corpo. Não há formação de galhas (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Após a quarta ecdise, formam-se as fêmeas, cujo formato do corpo lembra o de um limão. As fêmeas são inicialmente brancas e, quando completamente desenvolvidas, apresentam quase todo o corpo para fora das raízes (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Os primeiros ovos (1 a 200, aproximadamente) são expelidos pela fêmea em meio a uma massa gelatinosa, mas a imensa maioria deles (400 a 500) é retida no interior do corpo. Ao mesmo tempo em que passa a reter os ovos, a cutícula do corpo da fêmea engrossa e escurece. A retenção dos ovos no interior do corpo causa compressão dos órgãos internos da fêmea e acaba por matá-la; esse cadáver de fêmea, escurecido e resistente, repleto de ovos, é conhecido por cisto (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

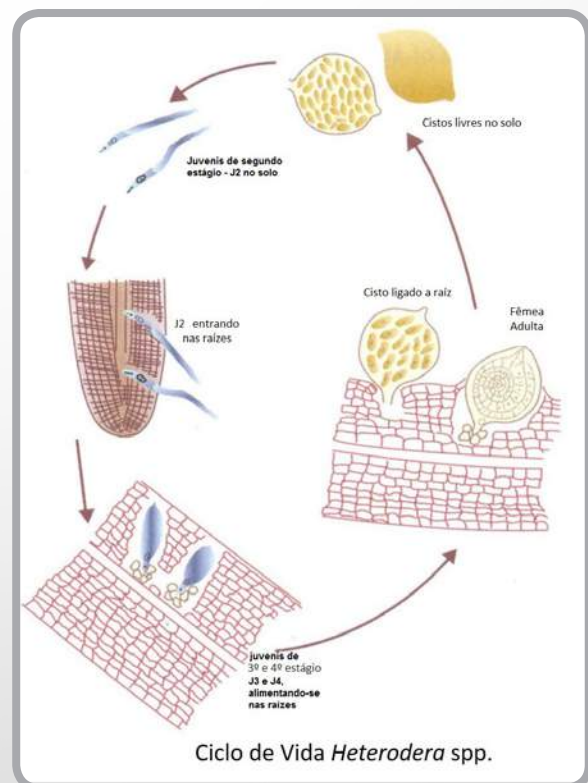
No solo, os cistos protegem os ovos de inimigos naturais e das intempéries e, em função disso, os ovos podem permanecer viáveis por mais de oito anos. Os juvenis escapam dos cistos por meio da fenestra, região onde a cutícula é mais fina e translúcida.

Em *H. glycines* a reprodução é sexuada, portanto os machos são abundantes e funcionais.

O ciclo de vida se completa em três a quatro semanas, dependendo das condições ambientais.



Cistos de *Heterodera glycines* (Fonte: Dias et al., 2010).



## 2.3 Gênero *Pratylenchus*

Os nematoides do gênero *Pratylenchus* são conhecidos como nematoides das lesões radiculares e são endoparasitos migradores. Nesse gênero, todos os estádios juvenis e adultos são vermiformes, movimentam-se intensamente e podem iniciar o parasitismo, portanto, todas as formas são infestantes. As fêmeas depositam seus ovos isoladamente, no solo ou no interior das raízes parasitadas. Deles eclodem J2, uma vez que a primeira ecdise ocorre ainda dentro dos ovos. Os J2 que passam por mais quatro ecdises, formando-se os adultos (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

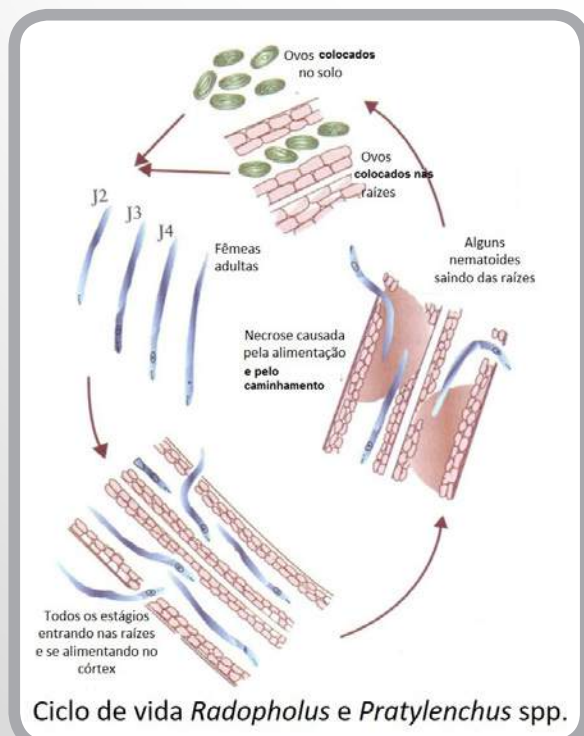
Adultos e juvenis preferem penetrar nas radículas pelas regiões subapicais e, para isso, injetam toxinas que degradam parcialmente as paredes celulares. Em seguida, por ação mecânica, rompem totalmente as paredes celulares. Ao entrar nas raízes, os nematoides movimentam-se por entre as células e também por dentro das células, o que provoca o rompimento de muitas delas, formando-se túneis e galerias no córtex das raízes (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).



Lesões nas raízes de cana-de-açúcar provocadas por nematoides do gênero *Pratylenchus* (Fonte: Dinardo-Miranda, 2014).

invadidas por fungos e bactérias do solo, resultando no aparecimento de lesões necróticas típicas, de coloração escura (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016)

A infestação, no geral, restringe-se ao parênquima cortical, que fica bastante desorganizado devido à destruição de numerosas células durante a movimentação dos nematoides. Para se alimentar, os nematoides posicionam-se paralelamente ao cilindro central, secretam enzimas no interior das células e sugam seu conteúdo. As células assim atingidas se degeneram e acabam morrendo pouco tempo depois da saída do nematoide. Devido aos danos mecânicos decorrentes do caminhamento dos nematoides e à ação tóxica dos enzimas por eles excretados, muitas células morrem e são



Entre as muitas espécies de *Pratylenchus*, *P. brachyurus* e *P. zae* são muito comuns, sendo que *P. brachyurus* parasita muitas culturas, entre elas café, soja e cana-de-açúcar, enquanto *P. zae* é importante especialmente para as Poáceas (gramíneas).

Em *P. brachyurus* e em *P. zae*, os machos são raros e a reprodução ocorre por partenogênese. Há, entretanto, outras espécies, como *P. coffeae*, nas quais a reprodução é sexuada e os machos, abundantes.

A duração do ciclo varia em virtude de fatores ambientais (temperatura e umidade) e do hospedeiro, sendo, geralmente, de três a seis semanas.

## 2.4 Gênero *Radopholus*

Dentre as 26 espécies pertencentes ao gênero *Radopholus* descritas, somente *R. similis* é encontrada no Brasil. Conhecida como “nematóide cavernícola”, esta espécie é importante parasito da bananeira em todo mundo, inclusive no Brasil.

É um nematóide endoparasito migrador e todos os estádios juvenis e adultos apresentam o corpo vermiforme, podendo entrar nas raízes, com exceção dos machos, que não são fitoparasitos.

As fêmeas colocam os ovos isoladamente no interior das raízes e às vezes, no solo. Dos ovos eclodem juvenis de segundo estágio (J2), uma vez que a primeira ecdise ocorre ainda nos ovos. Tais juvenis alimentam-se e passam por mais 3 ecdises, originando os adultos machos ou fêmeas (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

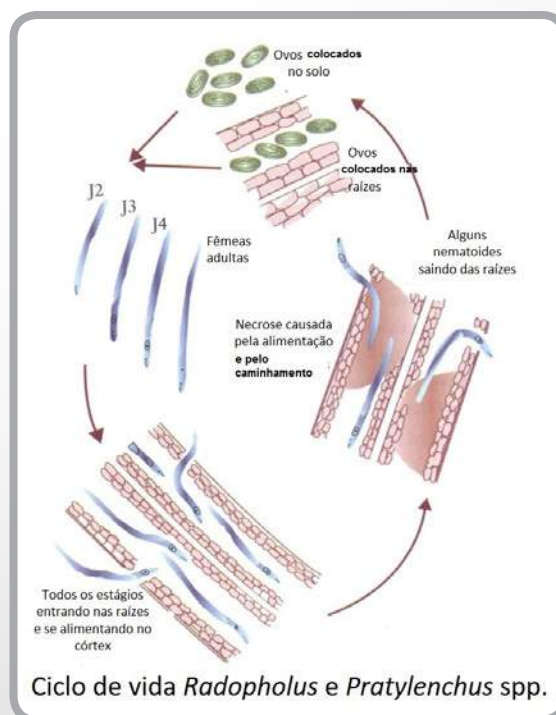


Lesões provocadas por *Radopholus similis* em raízes de bananeira (Fonte: Agrolink; disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/nematóide-carvenicola\\_397.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/nematóide-carvenicola_397.html))

Juvenis e fêmeas penetram e abandonam as raízes da bananeira sucessivamente, destruindo células devido aos danos mecânicos provocados por sua intensa movimentação e, em função disso, as raízes ficam com muitas cavidades e galerias. Além dos danos mecânicos, esses

nematóides também provocam a morte de células nas quais se alimentam, devido à injeção de substância tóxica para a planta. As células mortas das raízes formam uma lesão necrótica inicialmente pardo-avermelhada, que escurece à medida que outros microrganismos do solo, especialmente fungos, invadem e colonizam os tecidos (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016)

O ciclo de vida se completa em 20 a 25 dias, dependendo do hospedeiro e das condições ambientais.



Ciclo biológico de nematoides dos gêneros *Pratylenchus* e *Radopholus*.

## 2.5 Gênero *Rotylenchulus*

Esse gênero engloba 10 espécies, mas somente *Rotylenchulus reniformis* foi registrada no Brasil até o momento.

*R. reniformis* é conhecida por “nematoide reniforme”, devido à forma do corpo da fêmea, e causa danos significativos a diversas culturas, entre as quais destacam-se algodão, café e soja.

As fêmeas de *R. reniformis* são semiendoparasitas sedentárias e colocam os ovos (50 a 120) formando uma massa, externamente às radicelas das plantas atacadas. Dos ovos eclodem os juvenis, masculinos e femininos, que são móveis. Os juvenis masculinos permanecem no solo sem se alimentar até se transformar nos machos, vermiformes, não parasitos e sexualmente ativos (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Os juvenis femininos também se desenvolvem no solo, sem se alimentar, mantendo-se às custas de suas reservas; passam por três ecdises e se transformam em fêmeas, ainda no solo. As fêmeas jovens são fusiformes e são a fase infestante, migrando no solo à procura de raízes da planta hospedeira. Encontrando a planta hospedeira, as fêmeas jovens inserem nas raízes somente a parte anterior do corpo, até atingir o periciclo das raízes. Ali iniciam a sua alimentação, incitando à formação de células nutritoras, ligeiramente hipertrofiadas; nessa fase, tornam-se sedentárias, seus corpos se avolumam e alcançam a maturidade sexual (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Os juvenis femininos também se desenvolvem no solo, sem se alimentar, mantendo-se às custas de suas reservas; passam por três ecdises e se transformam em fêmeas, ainda no solo. As fêmeas jovens são fusiformes e são a fase infestante, migrando no solo à procura de raízes da planta hospedeira. Encontrando a planta hospedeira, as fêmeas jovens inserem nas raízes somente a parte anterior do corpo, até atingir o periciclo das raízes. Ali iniciam a sua alimentação, incitando à formação de células nutritoras, ligeiramente hipertrofiadas; nessa fase, tornam-se sedentárias, seus corpos se avolumam e alcançam a maturidade sexual (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

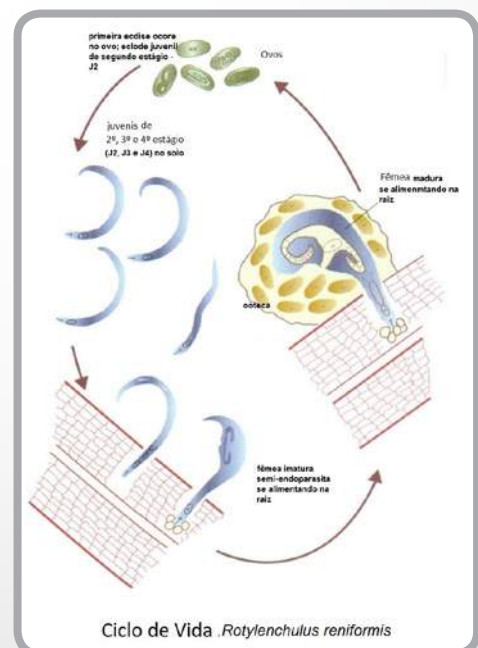


Fêmeas de *Rotylenchulus reniformis* em raízes de algodoeiro (Fonte: Galbieri e Asmus, 2016).

A parte do corpo das fêmeas que fica fora das raízes adquire forma semelhante a de um rim, o que deu origem ao nome comum desse nematoide.

Em campo é comum encontrar vários machos ao redor do corpo da fêmea, o que sugere que a reprodução da espécie se dá por anfimixia (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

A duração do ciclo varia de 17 a 23 dias em algodoeiro, e pode ser de mais de 30 dias em outros hospedeiros.



Ciclo biológico de *Rotylenchulus reniformis*.



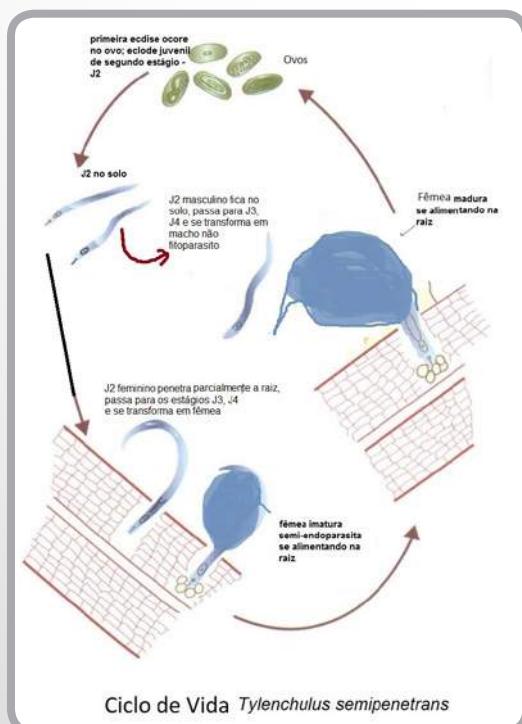
## 2.6 Gênero *Tylenchulus*

O gênero *Tylenchulus* engloba cinco espécies, sendo *T. semipenetrans* a mais importante e conhecida como “nematóide dos citros”. Além de citros, *T. semipenetrans* parasita poucas espécies de plantas, como caqui e videira, de menor expressão econômica no Brasil.

As fêmeas maduras de *T. semipenetrans* são semiendoparasitas sedentárias, mantendo grande parte do corpo externamente às raízes e colocando cerca de 80 ovos envolvidos por uma substância gelatinosa. Aparentemente a reprodução se dá por partenogênese e dos ovos eclodem juvenis de segundo estágio, tanto masculinos (cerca de 25 %), como femininos (cerca de 75 %); Os juvenis masculinos permanecem no solo, passam rapidamente por três ecdises e, em cerca de 7 dias, dão origem aos machos, que não são fitoparasitas e permanecem no solo, sendo frequentemente encontrados próximos às fêmeas (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016).

Os juvenis femininos são ectoparasitas migradores, parasitando células das camadas mais superficiais das raízes, que morrem logo depois. Após a quarta ecdise, forma-se a fêmea imatura, que insere a região anterior do corpo nas radicelas, até atingir o córtex, onde inicia o parasitismo. Cerca de metade a um terço do corpo da fêmea permanece fora da raiz.

Quando a fêmea inicia sua alimentação, forma-se um conjunto de 6 a 10 células nutritoras, levemente hipertrofiadas; com a intensificação da alimentação, a fêmea se torna sedentária e a parte de seu corpo que permanece externamente à raiz se expande; a fêmea se torna obesa e atinge a maturidade sexual (Ferraz e Monteiro, 1995; Ferraz e Brown, 2016)



Ciclo biológico de *Tylenchulus semipenetrans*



Fêmeas de *Tylenchulus semipenetrans* em raízes de citros

O ciclo de vida se completa entre 6 a 8 semanas, sob condições favoráveis.

## 2.7 Gênero *Helicotylenchus*

Esse gênero envolve diversas espécies nas quais todos os estádios são fusiformes e, quando mortos pelo calor, assumem a forma tipicamente espiralada, razão pela qual são conhecidos como “nematoides espiralados”.

As espécies mais importantes são *H. multincinctus*, que ataca bananeira e *H. dihystra*, que ataca várias culturas, inclusive a cana-de-açúcar.

São migradores e ectoparasitos, mas em algumas culturas penetram nas raízes atuando como endoparasitos.

A reprodução se dá por anfimixia em *H. multincinctus* e por partenogênese, em *H. dihystra*.

## 3. AMOSTRAGEM – COMO IDENTIFICAR ÁREAS COM PROBLEMAS COM NEMATOIDES

### 3.1 Como e quando amostrar

O método de amostragem para identificar áreas com problemas com nematoides varia ligeiramente com a cultura a ser amostra, mas para amostrar qualquer uma delas é importante ressaltar que nematoides de importância agrícola são parasitos obrigatórios, necessitando, portanto, de raízes vivas para sobreviver e se multiplicar; nematoides parasitos de plantas não sobrevivem em plantas mortas e, na ausência de plantas vivas, suas hospedeiras, permanecem no solo no estágio de ovos, que é a sua forma de resistência às intempéries (Dinardo-Miranda, 2014).

Desta forma, embora a amostragem de uma área preparada para plantio, sem cultura alguma, seja mais fácil de ser executada, por facilitar o caminhamento na área, os resultados obtidos com análise de amostras de solo coletadas nessa ocasião trazem pouca informação, uma vez que as populações de juvenis e adultos de nematoides parasitos de plantas costumam estar muito baixas devido à falta de hospedeiros (Goulart, 2009; Dinardo-Miranda, 2014; Galbieri et al., 2016); tais nematoides se encontram na área no estágio de ovos, que são extraídos em pequeno número durante o processamento das amostras. Além disso, há outro inconveniente: não é possível diferenciar os ovos das diversas espécies de nematoides, pois eles são muito parecidos.

Assim, a época mais adequada para amostrar uma área, para diagnosticar problemas com nematoides, é a chuvosa (primavera/verão), quando as populações de nematoides estão no seu ápice. Mesmo para áreas de culturas perenes, como cana-de-açúcar e café, é conveniente amostrar na época chuvosa do ano, pois essas plantas perdem raízes, especialmente aquelas das camadas mais superficiais do solo, na época seca do ano.

Portanto, nessas culturas, a coleta de amostras na época seca não é indicada tanto porque as condições de falta de umidade limitam o desenvolvimento dos nematoides, como pelo fato de que a falta de umidade também leva à morte das raízes nas camadas mais superficiais do solo, aquelas mais atacadas por nematoides. (Dinardo-Miranda, 2014)

Para culturas anuais, a coleta das amostras deve ser feita preferencialmente na época de florescimento da cultura, quando as raízes estão bem desenvolvidas e ainda não iniciaram a senescência, situação em que os nematoides também poderão ser encontrados em níveis populacionais mais elevados (Goulart, 2009; Galbieri et al., 2016).

Outro detalhe importante é que a variabilidade espacial de populações de nematoides é bastante alta, ou seja, à pequenas distâncias podem ser encontradas populações muito distintas. Assim, para representar bem uma área, devem ser coletadas amostras em vários pontos (Dinardo-Miranda, 2014).

Para coleta das amostras, o amostrador deve caminhar com um balde e um enxadão e tanto as raízes como o solo ao redor das raízes das plantas devem ser coletados e enviados ao laboratório para análise. As plantas sempre devem ser arrancadas com enxadão, tomando-se o cuidado de retirar muitas raízes, de preferência sem quebra-las. Mesmo plantas de culturas anuais, como soja, algodão e outras, devem ser arrancadas com enxadão e nunca devem ser arrancadas puxando a parte aérea.

A seguir serão apresentados os métodos de amostragem mais indicados para as diferentes culturas.

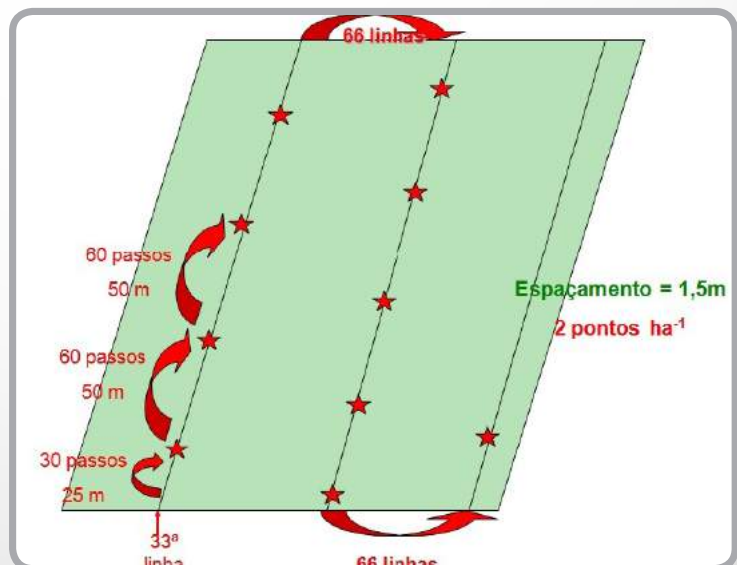
### 3.2 Amostragem em cana-de-açúcar

Em cana-de-açúcar, as amostragens podem ser feitas tanto em cana-planta, quanto nas soqueiras. Quando se pretende tomar decisão de controle no próximo plantio a ser efetuado na área, as amostragens podem ser feitas na soqueira, antes do último corte. Quando se pretende adotar medidas de controle (especialmente aplicação de nematicidas) nas soqueiras, as amostragens podem ser feitas em qualquer ciclo da cultura, inclusive na cana-planta. Em qualquer situação, dois parâmetros devem ser considerados com cuidado para realizar uma amostragem bem feita, que de fato identifique áreas com problemas de nematoides: a época de amostragem e o número de amostras a serem coletadas na área (Dinardo-Miranda, 2014).

O ideal é iniciar as amostragens cerca de 30 a 40 dias depois do início das chuvas e estendê-las até 30 a 40 dias após o fim da estação chuvosa, período em que se têm boas condições de desenvolvimento das raízes e dos nematoides (Dinardo-Miranda, 2014).

Deve-se coletar uma amostra por talhão de até 20 ha, sendo que cada amostra deve ser representada por subamostras coletadas à razão de 2 para cada hectare. As raízes devem ser coletadas à profundidade de 0 a 30 cm (Dinardo-Miranda, 2014).

Para facilitar, a amostragem deve ser iniciada pelo vértice do talhão. Se o espaçamento entre sulcos for de 1,5 m, o amostrador deve contar inicialmente 33 sulcos e adentrar no talhão neste sulco (33º sulco). Em seguida, ele deverá dar aproximadamente 30 passos (25 m) e coletar uma subamostra. Coletada a subamostra, ele deverá dar mais 60 passos (50 m) e coletar outra subamostra, prosseguindo desta maneira até sair no carreador. No carreador, o amostrador deverá, então, contar 66 sulcos, adentrando no talhão novamente e prosseguindo como anteriormente citado.



Caminhamento em canavial para coleta de amostras nematológicas. As estrelas em vermelho são os locais de coleta das subamostras (Fonte: Dinardo-Miranda, 2014).

Desta forma, ao terminar o talhão, ele deverá ter coletado, aproximadamente, duas subamostras para cada hectare. O esquema para caminhamento no talhão para coletar 2 subamostras para cada hectare está apresentado na imagem ao lado (Dinardo-Miranda, 2014).

Em cada ponto de amostragem, arranca-se parte de uma touceira para coleta de raízes. É importante que o arranquio das plantas para a coleta das raízes seja feito com cuidado, batendo o enxadão longe da touceira, de maneira a permitir, sempre que possível, a retirada de raízes longas, pois os nematoides tendem a entrar no sistema radicular pelas pontas das raízes. Depois que a touceira é arrancada, coleta-se uma parte das raízes e a armazena no balde, onde se coloca também um pequeno punhado de terra. Prossegue-se dessa forma até coletar todas as subamostras da área. No fim, o solo deverá ser homogeneizado, separando-se uma amostra de aproximadamente 1 litro, enquanto das raízes, homogeneizadas, retira-se uma amostra de 50 a 100 g. Em seguida, parte da terra (aproximadamente 0,5 L) é colocada em um saquinho plástico, e sobre ela, coloca-se a amostra de raízes e, em seguida, o restante da terra (0,5 L). Assim, cada amostra será composta por cerca de 50 a 100 g de raízes e 1 L de terra. O saquinho contendo amostra deve então ser identificado (Dinardo-Miranda, 2014).

### **3.3 Amostragem em lavouras de café e citros**

Assim como outras plantas perenes, a planta de café e de citros perde parte de seu sistema radicular, especialmente as raízes das camadas mais superficiais do solo, na época seca do ano. Visto que os nematoides parasitos de plantas se concentram nas raízes das camadas mais superficiais do solo, a coleta de amostras na época seca do ano pode levar a resultados que não representam a real situação da área. Dessa forma, a coleta de amostras deve ser feita em pleno período chuvoso, ou seja, deve-se começar a amostrar cerca de 30 a 40 dias depois das primeiras chuvas da primavera e prosseguir até 30 a 40 dias depois das últimas chuvas de outono.

As raízes a serem coletadas são as radículas sob a copa das árvores. Entretanto, para o caso do café, a espécie *Meloidogyne coffeicola* parasita principalmente as raízes mais grossas e resistentes, portanto, essas também devem ser coletadas.

Para cada talhão, deve ser coletada uma amostra, composta por subamostras retiradas nos quatro quadrantes da saia de cada planta; pelo menos 20 a 30 plantas devem ser amostradas por talhão. Cada subamostra deve ser coletada com enxadão, para que grande quantidade de radículas e também raízes mais grossas possam ser retiradas. As raízes e o solo coletado em cada local devem ser acondicionado no balde, prosseguindo desta forma até coleta de raízes e solo de pelo menos 20 a 30 plantas do talhão. No final, o solo deverá ser homogeneizado, separando-se uma amostra de aproximadamente 1 litro, enquanto das raízes, homogeneizadas, retira-se uma amostra de 50 a 100 g. Em seguida, parte da terra (aproximadamente 0,5 L) é colocada em um saquinho plástico, e sobre ela, coloca-se a amostra de raízes e, em seguida, o restante da terra (0,5 L). Assim, cada amostra será composta por cerca de 50 a 100 g de raízes e 1 L de terra. O saquinho contendo amostra deve então ser identificado para envio ao laboratório.

### **3.4 Amostragem em culturas anuais (soja, algodão, milho e outras)**

Como mencionado anteriormente, a coleta de amostras em culturas anuais deve ser feita preferencialmente na época de florescimento das plantas, quando as raízes estão bem desenvolvidas e ainda não iniciaram a senescência, situação em que os nematoides também poderão ser encontrados em níveis populacionais mais elevados.

As raízes devem ser coletadas nas camadas mais superficiais do solo (0 a 20 cm), exceto para algodão, onde as raízes devem ser coletadas entre 0 e 40 cm, já que as populações de *Rotylenchulus reniformis* costumam ser mais altas na camada entre 20 e 40 cm de profundidade (Goulart, 2009; Galbieri et al., 2016).

Uma amostra deverá representar uma área de 10 a 20 ha e será composta por 20 a 40 subamostras. Para coleta das subamostras deve-se andar em ziguezag na área, colocando as raízes e o solo próximo a elas no balde. Se as reboleiras estiverem muito evidentes, contendo plantas mortas, deve-se evitar fazer a amostragem no centro das reboleiras, pois, as populações de nematoides tendem a ser baixas nas raízes de plantas mortas, uma vez que são parasitos obrigatórios e precisam de raízes vivas para sobreviver. Nesses casos, deve-se amostrar as plantas/raízes mais saudáveis nas bordas das reboleiras. A amostra deve conter de 50 a 100 g de raízes e 1 L de solo. O material coletado, solo e raízes, tem de ser devidamente homogêneo, identificado, acondicionado em saco plástico e transportado para análise em laboratório.

### **3.5 Cuidados com as amostras**

Para todas as culturas, amostras coletadas corretamente contêm grande quantidade de raízes vivas e solo levemente úmido.

Durante o dia, enquanto as amostras são coletadas em campo, aquelas já adequadamente acondicionadas em saquinhos plásticos e identificadas devem ser mantidas em caixa de isopor, na sombra, a fim de evitar a incidência direta de raios solares sobre elas, que podem esquentar a amostra e matar os nematoides presentes. Depois de coletadas em campo, as amostras podem ser armazenadas por breve período (no máximo 1 semana) até serem enviadas ao laboratório para análise. Este armazenamento deve ser feito em local fresco, de preferência com condicionador de ar, onde não recebam luz solar direta. Não é conveniente armazenar as amostras em geladeira ou em freezer, pois elas tendem a se deteriorar muito rapidamente quando retiradas destas condições.

Embora a coleta de amostras seja feita no período chuvoso, deve-se evitar fazê-lo quando o solo estiver encharcado, pois as raízes coletadas nessas condições apodrecem muito rapidamente. Assim, depois de chuva muito forte, principalmente em áreas de solo argiloso, é preciso esperar alguns dias até que a umidade do solo fique próxima à capacidade de campo.

### **3.6 Envio ao laboratório**

As amostras coletadas devem ser encaminhadas para o laboratório para análise, o mais rapidamente possível. Amostras de culturas como a cana-de-açúcar, que possuem raízes mais grossas e lignificadas, suportam até 10 a 15 dias, sem se deteriorarem, desde que não estejam muito encharcadas; amostras de outras culturas, entretanto, que contêm raízes mais finas, devem ser encaminhadas ao laboratório no máximo até 5 dias de coletadas.

O laboratório deverá conter nematologista capacitado para identificar as espécies ocorrentes na área e quantificar os exemplares de cada uma delas. Sem tais dados, o manejo da área infestada ficará comprometido. Por cumprir tais critérios, sugere-se encaminhar às amostras ao **DMLab**.

## 4. MÉTODOS GERAIS DE CONTROLE

Embora muitos livros sobre nematologia de plantas discorram sobre diversos métodos de controle de nematoides, alguns deles, como descargas elétricas, radiações ionizantes, inundação e até mesmo o alqueive, não são praticáveis nos dias atuais, especialmente em larga escala, como se dá as grandes culturas de importância econômica.

Atualmente, o manejo de áreas infestadas por nematoides, na maioria das culturas de importância econômica para o Brasil, é feito por meio da integração de diversos métodos, especialmente uso de variedades resistentes, rotação de culturas, adição de matéria orgânica e nematicidas químicos e biológicos.

O efeito geral de cada um desses métodos é apresentado a seguir.

### 4.1 Variedades resistentes

Plantas são consideradas resistentes a nematoides quando não permitem que eles se multipliquem em suas raízes (se forem nematoides parasitos de raízes!), sendo que a resistência pode ser efetiva em relação a diferentes espécies de nematoides ou apenas a uma raça de determinada espécie (Ferraz e Brown, 2016).

Outro termo muito comum quando se trata da relação planta/nematoide é tolerância, que se refere à habilidade de determinada planta ou variedade de planta superar os danos causados por nematoides e produzir uma boa colheita, apesar das nematoides em suas raízes. A tolerância é evento independente da resistência, referindo-se ao crescimento da planta hospedeira e não à reprodução do nematoide, como ocorre com a resistência. Uma cultivar ideal deveria ter tanto resistência como tolerância a determinada espécie de nematoide (Ferraz e Brown, 2016).

O plantio de cultivares resistentes em áreas infestadas por nematoides contribui para não aumentar as populações de nematoides na área cultivada e, se feito por vários anos, pode até contribuir para reduzir tais populações. Por outro lado, com o cultivo de variedades tolerantes, as populações de nematoides podem aumentar ao longo do tempo, exigindo a adoção de outras medidas de controle.

Os trabalhos para avaliar a resistência de cultivares são feitos em vasos e, algumas vezes, em campo. O critério mais empregado em tais estudos é o fator de reprodução (FR), definido pela relação entre população final e a população inicial inoculada no recipiente onde a planta está sendo conduzida ( $FR = P_f/P_i$ ). São consideradas resistentes variedades cujos FR são menores ou iguais a 1 (Ferraz e Brown, 2016).

Os ensaios para avaliar a tolerância de cultivares também podem ser conduzidos em campo ou casa de vegetação, e nesses casos, além das populações de nematoides nas raízes, a produtividade das plantas é considerada.

Alguns programas de melhoramento genético no Brasil buscam variedades resistentes e/ou tolerantes e, em certos casos, estas têm sido encontradas e usadas com relativa frequência. Há, por exemplo, diversas variedades de soja com resistência a pelo menos uma das espécies de importância para a cultura: *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *Heterodera glycines*; resistência a nematoides migradores, como *P. brachyurus*, entretanto, são mais raras não só em soja como nas demais culturas.

## 4.2 Preparo do solo

Como os nematoides de importância para agricultura são parasitos obrigatórios, necessitando portanto de raízes vivas para sobreviver, eles permanecem no solo, no estágio de ovos, quando não há plantas hospedeiras. Portanto, de acordo com Inomoto (2016), o revolvimento das camadas de solo, durante o preparo para plantio, costuma ter efeitos negativos sobre os nematoides, principalmente devido à destruição das raízes das plantas cultivadas na área e das raízes de plantas invasoras (muitas das quais hospedeiras dos fitonematoides), pela incorporação dos restos de cultura e pela exposição da camada subsuperficial do solo ao sol, resultando em seu dessecamento e também no dos nematoides. Segundo ao autor, provavelmente, grande parte do aumento gradativo da importância dos nematoides parasitos de plantas na agricultura brasileira, nos últimos anos, acompanhou as mudanças no padrão de preparo do solo. Nos Estados Unidos, a mesma opinião é disseminada entre os nematologistas (Mueller et al., 2012).

No passado, o preparo do solo para plantio constava de aração e gradagens, tendo sido substituído pelo cultivo mínimo ou plantio direto, sistemas nos quais o revolvimento do solo é nulo ou muito pequeno; em consequência, as populações de nematoides cresceram, devido à maior disponibilidade de raízes vivas de seus hospedeiros e melhores condições no solo para sobrevivência dos ovos. Assim, de acordo com Inomoto (2016), em áreas nas quais são adotados sistemas de cultivo mínimo ou plantio direto há vários anos, a utilização de arado, grade ou subsolador provavelmente resultará em rápido decréscimo populacional dos nematoides do solo. De acordo com Monfort et al. (2010), a subsolagem seguida de aração com arado de discos resultou em aumento da produção de algodão em área infestada com *M. incognita*.

Um bom preparo de solo, que inclua a destruição das camadas compactadas, também é essencial, pois permite que as plantas explorem um volume maior de solo e, assim, suportem melhor os danos provocados por nematoides.

Embora o preparo de solo para plantio, baseado em aração e gradagens, possa ser um método cultural efetivo na redução populacional de certos nematoides, é importante ponderar que poderá propiciar aumento da perda de solo e da oxidação da matéria orgânica do solo, redução da umidade e da densidade de organismos benéficos do solo. Portanto, ressalta Inomoto (2016), o uso do arado, da grade e do subsolador para movimentação do solo como método de controle de nematoides é recomendado somente na impossibilidade de utilização de outros métodos.

## 4.3 Rotação de culturas

A rotação com plantas não hospedeiras, visando diminuir os prejuízos causados por nematoides, sempre foi alvo de estudos, em várias culturas. Em termos de redução populacional de nematoides, os benefícios são mais acentuados quanto maior for o período de rotação, ou seja, o período em que se cultiva culturas não hospedeiras dos nematoides presentes na área.

Para implantação de um programa de rotação de culturas é necessário conhecer a espécie de nematoide que ocorre na área, a fim de escolher para rotação plantas que não sejam hospedeira da espécie em questão. Quando mais de uma espécie de nematoide ocorrem na área em altas populações, a cultura a ser utilizada em rotação deve ser resistente a todas elas, o que muitas vezes dificulta a implantação da rotação.

É importante ressaltar que uma planta/cultura não hospedeira de determinada espécie de nematoides não multiplica aquela espécie, podendo muitas vezes multiplicar outras, daí a necessidade de se conhecer bem as espécies de nematoides que ocorrem na área infestada e a reação das plantas/culturas para cada uma das espécies de nematoides, sob o risco de aumentar a população da espécie para a qual a cultura não é resistente, é hospedeira.

É também relevante esclarecer que, na ausência de plantas hospedeiras (ou seja, na presença de plantas/cultivares resistentes), os nematoides podem permanecer viáveis no solo, no estágio de ovos (que é sua forma de resistência às condições adversas) por muitos anos. É verdade que, com o passar do tempo, os ovos vão perdendo a viabilidade e essa é a razão por que os benefícios da rotação de culturas são maiores, em termos de redução populacional de nematoides, quando a rotação é feita por vários meses ou anos.

Esse fato é muito evidente quando se considera a rotação com crotalárias em solos infestados por nematoides. Embora muitos profissionais informem que o cultivo das crotalárias pode reduzir as populações de nematoides, não é o que se verifica em campo, quando somente um ciclo de rotação é feito. De início, é bom salientar que as crotalárias, em geral, não são hospedeiras de nematoides do gênero *Meloidogyne*, mas hospedam nematoides do gênero *Pratylenchus*, e, conseqüentemente, o cultivo de crotalárias pode até mesmo aumentar as populações de *Pratylenchus* na área. Exemplos desses casos podem ser vistos em diversos trabalhos conduzidos em casa-de-vegetação e campo, nos quais a crotalária foi utilizada em rotação em área cultivada com cana-de-açúcar.

Em áreas cultivadas tradicionalmente com cana-de-açúcar, há produtores que fazem rotação com leguminosas, visando principalmente aos benefícios da adubação verde, que incluem, entre outros, a adição de nutrientes ao solo. *Crotalaria juncea* L. é a espécie mais empregada por ser muito produtiva, o que reflete diretamente na produtividade do canavial subsequente (Cáceres e Alcarde, 1995). Em estudos realizados no Nordeste, Moura (1991) verificou que o cultivo de *C. juncea* durante dois anos, intercalada por um período de seis meses de pousio, no qual a área permaneceu sem qualquer planta, contribuiu para reduzir as populações de *M. incognita* e *M. javanica*. Entretanto, num trabalho posterior conduzido também na região Nordeste, Rosa et al. (2003) verificaram que o cultivo de *C. juncea* por um ano reduziu drasticamente as populações de *Meloidogyne spp.*, mas aumentou a de *P. zae*. Nos dois ensaios citados, os autores não observaram reflexos na produtividade da cana-de-açúcar subsequentemente cultivada na área.

Nos trabalhos acima referidos, a rotação foi feita por um a dois anos. Em muitas situações, entretanto, o período de rotação é de somente quatro ou cinco meses, ou seja, faz-se somente um ciclo de cultivo de planta resistente, o que leva a menores efeitos sobre a redução populacional de nematoides.



Isso foi verificado por Dinardo-Miranda e Gil (2005), que implantaram um experimento em área de cana-de-açúcar, no qual fez-se ou não rotação com *C. juncea*, por ocasião da reforma da lavoura. Após a incorporação da *C. juncea* ao solo, foi feito o plantio da cana-de-açúcar em ambas as áreas: naquela na qual havia sido feita a rotação e na área sem rotação. Os autores verificaram que as populações de *M. javanica* nas raízes da cana-de-açúcar eram semelhantes tanto na área com rotação de *C. juncea* como na área sem rotação, mas as populações de *P. zaeae* eram significativamente maiores nas raízes de cana cultivada onde se tinha feito rotação com *C. juncea*.

Os autores concluíram, portanto, que a rotação com *C. juncea* não interferiu nas populações de *M. javanica* na cana-planta cultivada em sequência na área, mas contribuiu para aumentar as populações de *P. zaeae*. Apesar disso, a rotação com *C. juncea* contribuiu para incrementar a produtividade da cana em 20%, fato atribuído aos benefícios da adubação verde.

Também Ambrosano et al. (2011), estudando o efeito da rotação com leguminosas (2 cultivares de amendoim, *C. juncea* e mucuna preta) sobre a cana-de-açúcar plantada em sequência, verificaram que a crotalária foi a cultura que mais contribuiu para incrementar as populações de *P. zaeae* nas raízes da cana-de-açúcar, embora o canavial na área onde se fez rotação com crotalária tenha produzido mais do que aquele em área sem rotação (testemunha).

Também Ambrosano et al. (2011), estudando o efeito da rotação com leguminosas (2 cultivares de amendoim, *C. juncea* e mucuna preta) sobre a cana-de-açúcar plantada em sequência, verificaram que a crotalária foi a cultura que mais contribuiu para incrementar as populações de *P. zaeae* nas raízes da cana-de-açúcar, embora o canavial na área onde se fez rotação com crotalária tenha produzido mais do que aquele em área sem rotação (testemunha).

Embora os trabalhos citados tenham sido conduzidos com cana-de-açúcar, os princípios valem para qualquer cultura. A rotação com plantas não hospedeiras e, entre elas as crotalárias talvez sejam as mais conhecidas e utilizadas, somente reduzirá as populações de nematoides do gênero *Meloidogyne* se for feita por 2 a 3 anos, e de preferência intercalada por pousio da área. Devido ao período relativamente longo (2 a 3 anos) sem hospedeiros na área, muitos ovos e demais formas biológicas desses nematoides morrem, com reflexos positivos na cultura hospedeira plantada a seguir.

Quando a rotação é feita por somente um ciclo, ou seja, por 4 a 5 meses de cultivo de crotalária, os efeitos sobre as populações de *Meloidogyne* são insignificantes, pois durante esse período a maioria dos ovos permanece viável no solo. Entretanto, mesmo nessa situação, é comum observar aumento de produtividade da cultura subsequente após o plantio de crotalárias ou de outros adubos verdes, especialmente pela adição de nutrientes ao solo. Assim, mesmo que feita por somente um ciclo, a rotação de culturas em áreas infestadas por nematoides pode ser uma ferramenta bastante interessante, devido aos benefícios da adubação verde, sem contudo haver efeitos sobre as populações de nematoides.

#### 4.4 Adição de matéria orgânica ao solo

O uso de material orgânico é frequentemente citado como uma ferramenta bastante útil no manejo de áreas infestadas por nematoides. Vários pesquisadores, incluindo Oka (2010), citam que o material orgânico ao se decompor liberaria substância com ação nematicida e serviria de substrato para crescimento de outros organismos, como fungos e bactérias, que matam nematoides, além de propiciar melhores condições para a planta suportar um ataque de nematoides.

Embora essas considerações sejam frequentemente feitas, o uso de matéria orgânica em campo nem sempre apresenta resultados significativos em relação à redução populacional de nematoides, mas é comum se verificar resposta positiva da planta em termos de produtividade.

Esses dados levam a concluir que o melhor efeito da adição de matéria orgânica ao solo se deva, na verdade, ao fato de propiciar melhores condições nutricionais à planta, fazendo com que ela apresente maior tolerância aos nematoides, fato que pode ser visto em experimentos conduzidos com cana-de-açúcar.

Em cana-de-açúcar, a matéria orgânica mais utilizada é a torta de filtro e, ainda no início da década de 1980, Novaretti e Nelli (1985) aplicaram-na isoladamente ou em associação com o nematicida carbofuran, no plantio, em área infestada por nematoides. Os autores verificaram que a torta de filtro não teve efeito sobre as populações de *P. zae* e reduziu levemente, mas não de maneira significativa, as populações de *M. javanica*. Os autores concluíram que os aumentos de produtividade observados nas parcelas tratadas com torta de filtro não poderiam ser atribuídos a efeitos nematicidas, e sim a efeitos nutricionais.

Em 2003, Dinardo-Miranda et al. (2003) desenvolveram dois experimentos em áreas infestadas por nematoides, associando a aplicação no plantio de torta de filtro (20 a 30 t ha<sup>-1</sup>) com nematicidas. Os autores também verificaram que a torta de filtro não reduziu as populações de nematoides, mas propiciou incrementos médios de produtividade de 17% (16,8 t ha<sup>-1</sup>), atribuídos aos efeitos nutricionais da torta. Os nematicidas, por sua vez, reduziram as populações de nematoides e também proporcionaram incrementos médios de produtividade de 16% (17,8 t ha<sup>-1</sup>). Quando utilizados conjuntamente, nematicidas e torta de filtro contribuíram para incrementos de produtividade de 33% (34,6 t ha<sup>-1</sup>).

Esses resultados revelam que a torta de filtro não tem efeito sobre as populações de nematoides, pelo menos nas doses em que é empregada no plantio da cana-de-açúcar. Efeitos semelhantes foram observados em outras culturas. Apesar disso, em áreas infestadas por nematoides, o uso de matéria orgânica é uma ferramenta valiosa para obtenção de produtividades mais elevadas, sendo até mais interessante quando utilizada em conjunto com nematicidas, uma vez que aos seus efeitos benéficos (umidade e nutrientes) se somam os benefícios dos nematicidas (redução populacional de nematoides).

Alguns tipos de material orgânico, entretanto, podem ter efeito mais significativo sobre as populações de nematoides. Um deles é a torta de mamona. A supressão de nematoides parasitos de plantas pela torta de mamona é bem conhecida e há vários trabalhos realizados no Brasil, relatando efeitos positivos da torta ou do farelo de mamona no controle ou supressão de populações de nematoides parasitos de plantas, principalmente devido à ricina, componente altamente tóxico presente nas sementes da mamona, liberada durante a decomposição do material orgânico.

Em cana-de-açúcar, Dinardo-Miranda e Fracasso (2010) avaliaram o efeito da torta de mamona, nas doses de 600, 1.200 e 1.800 kg ha<sup>-1</sup>, comparando com tratamentos com nematicidas e com uma testemunha (sem torta de mamona e sem nematicida). Os autores verificaram que a torta de mamona reduziu as populações de nematoides, especialmente aqueles do gênero *Pratylenchus*, principalmente quando utilizada nas doses mais elevadas, à semelhança dos nematicidas. Em função disso, houve significativos aumentos de produtividade, levando os autores a considerar a torta de mamona um resíduo útil no manejo de áreas infestadas por nematoides.

#### 4.5 Uso de nematicidas químicos e biológicos

Nematicidas químicos têm sido utilizados com bastante frequência, ao longo das últimas décadas, em certas culturas, como cana-de-açúcar e café, com bastante sucesso.

Tais produtos geralmente mantêm as populações desses parasitos mais baixas nas raízes das plantas tratadas por períodos que variam, geralmente, entre dois a seis meses, dependendo da dose e da época em que são empregados. Passado esse período, as populações de nematoides crescem rapidamente, em razão da alta capacidade reprodutiva desses parasitos. Entretanto, por manter mais baixas as populações de nematoides por um determinado período, plantas conduzidas em áreas infestadas e tratadas com nematicidas produzem mais que as não tratadas.

Nos últimos anos, produtos biológicos, a base de diversos microrganismos, como bactérias e fungos, também tem sido utilizados, com bastante sucesso. Por estarem sendo utilizados em grandes áreas somente nos últimos anos, muitos estudos ainda precisam ser feitos para definir melhor período de ação, necessidade e frequência de reaplicações, etc.

## 5. MANEJO DE ÁREAS INFESTADAS POR NEMATOIDES

### 5.1 Algodão

No Brasil, três espécies de nematoide são economicamente importantes para a cultura do algodoeiro: *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus*, cujas frequências em áreas produtoras é bastante variada. Segundo Galbieri e Asmus (2016), no Estado de Mato Grosso, grande produtor de algodão, por exemplo, *M. incognita*, *R. reniformis* e *P. brachyurus* ocorrem em 24,4%, 12,8% e 96,2% das áreas do Estado, respectivamente (Galbieri e Asmus, 2016). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

Em plantas de algodão parasitadas por *M. incognita*, as galhas radiculares são facilmente visualizadas; a região posterior do corpo da fêmea frequentemente fica exposta na superfície radicular. Sob condições boa iluminação, é até mesmo possível ver as fêmeas a olho nu, quando retiradas do interior das raízes parasitadas.

O parasitismo de *M. incognita* inibe ou bloqueia a translocação de água e nutrientes, bem como resulta em menor desenvolvimento radicular.



Galhas provocadas por *Meloidogyne incognita* em raízes de algodoeiro (Fonte: Galbieri e Asmus, 2016).

Como reflexo, plantas apresentam sintomas não específicos, que se assemelham aos de deficiência nutricional e/ou hídrica.

É comum observar folhas com mosqueado de coloração amarelada, em contraste com o verde normal, sintoma conhecido como “carijó” (Galbieri e Asmus, 2016).

*R. reniformis* é um dos principais problemas fitossanitários do algodoeiro e, no Brasil, são visíveis o aumento populacional e os danos causados pelo nematoide, principalmente nas condições do Cerrado, nas áreas cultivadas com soja e algodoeiro (Galbieri e Asmus, 2016).

Em áreas com altas populações, as plantas podem apresentar sistema radicular com menor volume e aspecto mais sujo mesmo após lavagem em água corrente, devido à aderência de partículas de solo nas massas de ovos do nematoide. Devido à destruição das raízes, as plantas atacadas têm desenvolvimento inferior ao normal, e formam reboleiras normalmente maiores que aquelas provocadas por outros nematoides. Somente com alta densidade populacional do nematoide no solo é possível visualizar sintomas de “carijó” nas folhas de algodoeiro (Galbieri e Asmus, 2016).



“Carijó” em folhas de algodoeiro devido ao parasitismo com *Rotylenchulus reniformis* (Fonte: Galbieri e Asmus, 2016).

A espécie *P. brachyurus* é a de maior ocorrência em área de produção de algodão no Brasil, principalmente nas condições do Cerrado brasileiro. No entanto, parece causar danos menores que as outras espécies, sugerindo que o algodoeiro possa ser um pouco tolerante ao nematoide. Entretanto, é possível que, em alta população possa causar danos expressivos.

As três espécies de nematoides citadas podem interagir com outros patógenos do solo, principalmente os fungos causadores das murchas dos gêneros *Fusarium* e *Verticillium*, o que agrava o desenvolvimento da murcha.

A influência de nematoides na ocorrência da murcha de *Fusarium* é tão importante que o controle tem de ser simultâneo, mesmo que se cultivem variedades resistentes ao fungo. O efeito dos nematoides não é o de simplesmente facilitar a penetração, mas também o de predispor fisiologicamente o hospedeiro à atuação do fungo (Galbieri e Asmus, 2016).

Devido ao ataque de nematoides, o sistema radicular das plantas é menos desenvolvido, pobre em radículas, o que dificulta a absorção de água e de nutrientes e, como consequência, a planta se torna menos tolerante ao déficit hídrico, se desenvolve menos e produz menos.

Os danos causados por nematoides dependem da variedade, das populações e espécies de nematoides ocorrentes na área. Alguns trabalhos em campo mostram que *R. reniformis* e *P. brachyurus* causam cerca de 20% a 30% de redução de produtividade, em variedades suscetíveis; *M. incognita* pode ocasionar perdas maiores, ao redor de 40%. Em casos de variedades muito suscetíveis e níveis populacionais muito altos, as perdas provocadas por nematoides podem chegar a até mais 50% da produtividade.

Em relação à *M. incognita*, as populações que podem causar danos econômicos estão ao redor de 100 indivíduos por 200 mL de solo; para *R. reniformis*, 600 espécimes por 200 mL de solo. Para *P. brachyurus* a população de dano ainda não foi definida, porém deve ser superior às relatadas para as outras duas espécies mencionadas (Galbieri e Asmus, 2016). Com base nas populações de nematoides em 1 g de raízes e em 200 mL de solo, uma sugestão dos níveis populacionais para cada espécie está apresentada na Tabela 1, que foi adaptada de Inomoto (2017).

Tabela 1. Nível populacional de nematoides em função de suas populações nas raízes e solo do algodoeiro (exemplares em 200 mL de solo + 1 g de raízes) (Adaptado de Inomoto, 2017).

Espécie de nematoide	Nível populacional		
	Baixo	Médio	Alto
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	< 1000	> 1000	
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	< 400	400-800	> 800
<i>Meloidogyne incognita</i>	< 10	10 - 100	>100

Vale ressaltar entretanto, que as populações de nematoides não são constantes ao longo de todo ciclo de desenvolvimento da cultura, estando baixas por ocasião do plantio, devido à falta de hospedeiros na área, e crescendo pós a semeadura do algodoeiro (dezembro-janeiro). Segundo Galbieri e Asmus (2016), em geral, as populações se mantêm altas durante todo o período em que a cultura permanece no campo com umidade no solo (janeiro-maio), decrescendo rapidamente depois desse período (julho-novembro), em áreas de sequeiro. Com isso, há grande influência do período de coleta na quantificação de nematoides em uma área. Portanto, para determinar com maior segurança o nível populacional de nematoides numa área é preciso adotar os devidos cuidados na amostragem, como descrito no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**. É também essencial encaminhar a amostra para o laboratório **DMLab**, capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes e contagem dos exemplares.

Em áreas com populações de nematoides acima do nível de dano é necessário adotar medidas de controle para reduzir os prejuízos ao produtor.

Em áreas muito infestadas, é aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**. Quando a espécie de nematoides predominante na área for *M. incognita*, é possível adotar como medida de controle o uso de variedades resistentes, pois há várias variedades comerciais com essa característica, tais como aquelas tipo Acala, NemX. Não há, entretanto, cultivares resistentes a *P. brachyurus* e a *R. reniformis*.

A rotação de culturas pode ser alternativa para manejo de áreas infestadas por nematoides por, além de outros fatores, propiciar melhorias das condições de solo para as plantas, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Quando a área é mantida com culturas não hospedeiras do nematoide, as populações deste tendem a se reduzir, justamente devido à falta de hospedeiros, já que os nematoides fitoparasitos são parasitos obrigatórios.

Em áreas cultivadas com algodão, além dos adubos verdes, como crotalária, é possível usar outras culturas em rotação, dependendo da espécie de nematoide parasito do algodoeiro presente na área. Portanto, para o sucesso da rotação, é importante conhecer a espécie de nematoide ocorrente em campo, a fim de selecionar uma cultura ou variedade não suscetível a ela. Assim, se a espécie ocorrente na área for *R. reniformis* é possível rotacionar com variedades de soja resistentes, milho, milheto, sorgo granífero e arroz, entre outras (Inomoto, 2016). Se *M. incognita* estiver presente, a rotação poderá ser feita com variedades de soja resistentes, amendoim e algumas cultivares de milheto (Inomoto, 2016). Entretanto, se a espécie presente for *P. brachyurus*, a rotação fica mais difícil de ser realizada, pois essa espécie se hospeda em muitas plantas cultivadas.

Os nematicidas químicos e biológicos também podem ser utilizados no manejo de áreas de algodão infestadas por nematoides.

Há vários nematicidas biológicos no mercado, mas, de acordo com Machado et al. (2016), para que o produtor possa usufruir de todos os benefícios de um agente de controle é necessária a adoção de uma série de ferramentas complementares de manejo, de modo a criar condições favoráveis para que o microrganismo seja efetivo, tais como uso de matéria orgânica, a rotação de culturas e/ou a utilização de plantas de cobertura vegetal que auxiliem não só no aumento ou manutenção dos níveis de matéria orgânica no solo, como também promovam um microclima bastante favorável para que o controle biológico tenha efetividade. Segundo os autores, um agente de controle biológico aplicado em solo extremamente pobre, degradado, sob condições climáticas adversas, como veranicos, provavelmente não conseguirá atuar de maneira adequada no controle de nematoides.

Também há nematicidas químicos disponíveis e outros estão em fase de lançamento; o uso desses produtos em campo tem sido uma ferramenta bastante útil no manejo de plantações de algodão infestadas por nematoides, principalmente quando o seu uso está aliado a outras ferramentas de manejo, como rotação de culturas e escolha de cultivares com certos níveis de resistência.

### 5.3 Batata

No Brasil, os nematoides mais comuns na cultura da batata são os pertencentes aos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (Pinheiro et al., 2015). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira.**

Em relação a *Meloidogyne*, as espécies mais importantes são *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, as de 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-32°C). *Meloidogyne hapla* e *Meloidogyne arenaria* ocorrem em áreas isoladas do país, causando maiores problemas em regiões tropicais e subtropicais (Charchar, 2001).

Em relação a *Meloidogyne*, as espécies mais importantes são *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, as de 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-32°C). *Meloidogyne hapla* e *Meloidogyne arenaria* ocorrem em áreas isoladas do país, causando maiores problemas em regiões tropicais e subtropicais (Charchar, 2001).

O principal sintoma resultante da infestação por nematoides do gênero *Meloidogyne* nos tecidos de batata é a formação de galhas, nas raízes e na superfície dos tubérculos, devido à penetração dos nematoides tanto pelas raízes quanto pelas lenticelas. As galhas nos tubérculos variam de pequenas e numerosas, dando aspecto áspero à superfície; os tubérculos ficam com aspecto “empipocado”, e às vezes com muitas rachaduras, apodrecendo com facilidade, especialmente quando a batata é lavada (Pinheiro et al., 2015).

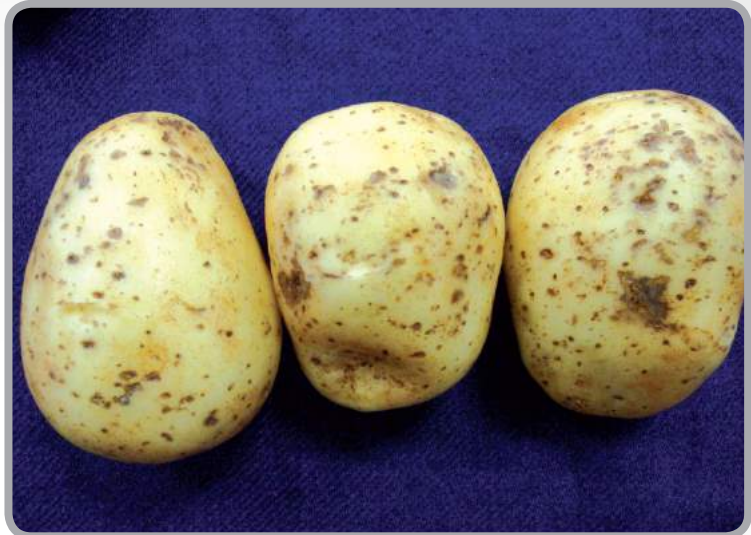


Galhas em tubérculos de batata devido ao parasitismo de *Meloidogyne* (Fonte: Pinheiro et al., 2015).

Como os nematoides destroem o sistema radicular, esse fica mais pobre em radicelas e tem dificuldades em absorver água e nutrientes. Por isso, em campo, são observadas reboleiras de plantas com tamanho reduzido, com folhas amareladas e com outros sintomas de deficiência nutricional, que murcham nas horas mais quentes do dia. Às vezes, devido à adubação em excesso, os sintomas são mascarados em campo, mas uma avaliação cuidadosa pode revelar perdas em produtividade mesmo quando os sintomas não são tão evidentes.

Entre as espécies de *Pratylenchus* de importância para a cultura da batata destacam-se *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus coffeae* e *Pratylenchus penetrans*, com predominância da primeira sobre as demais (Santos, 2003; Silva e Santos, 2007). *Pratylenchus penetrans* 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 nematoides do gênero *Pratylenchus* penetram na planta tanto pelas raízes como pelos tubérculos. Nas raízes, esses nematoides produzem as típicas necroses, que resultam na morte das radículas. Em função disso, a planta fica com sistema radicular reduzido, pobre em radículas. Nos tubérculos, os nematoides penetram pelas lenticelas e invadem os tecidos em sua volta, produzindo lesões escuras de tamanho variável com o passar do tempo, as lesões se coalescem e todo o tecido se torna necrosado, prejudicando o aspecto visual dos tubérculos, pois a presença de lesões, junto com a perda de peso e de turgescência dos tubérculos no armazém, reduzem seu valor comercial e os tornam impróprios para batata-semente. Além disso, estas lesões podem servir de porta de entrada para outros microrganismos presentes no solo com aumento do grau de depreciação dos tubérculos para comercialização (Pinheiro et al., 2015).



Lesões na casca de tubérculos de batata devido ao parasitismo de *Pratylenchus* (Fonte: Pinheiro et al., 2015).

Em campo, são observadas reboleiras de plantas menos desenvolvidas e menos produtivas, com florescimento tardio e com radículas repletas de necroses (Pinheiro et al., 2015).

Os nematoides causam significativos danos à cultura da batata em todo o mundo, inclusive no Brasil. A grandeza dos danos depende da população de nematoides, da variedade cultivada e de outros fatores, mas pode chegar a comprometer toda a produção da área. Além da redução da produtividade, os nematoides comprometem a qualidade comercial dos tubérculos, como citado nos parágrafos anteriores. Em função disso, os nematoides são considerados sério problema sanitário para o cultivo da batata.

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.



Considerando as espécies de nematoides presentes na área, a quantidade de cada uma delas e outros fatores, é imprescindível adotar medidas de controle, visando reduzir os prejuízos ao produtor. Por isso, é essencial encaminhar a amostra para análise em laboratório capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes, como o **DMLab**.

Uma das medidas mais importantes é a prevenção da entrada de nematoides na área de cultivo. Por isso, é essencial o uso de batata-semente certificada, livre de nematoides. Essa medida reduz a possibilidade de introduzir na lavoura os nematoides já presentes no Brasil e, principalmente, os nematoides exóticos, que apresentam alto risco de introdução em caso de desvio de batata-consumo, eventualmente importada, para uso como batata semente (Pinheiro et al., 2015).

Como em geral os nematoides são levados de um talhão para outro pelo homem, por meio do transporte de solo infestado, trânsito de pessoas, máquinas e veículos, implementos (arado, grade, subsolador, escarificador, etc), é conveniente que máquinas e implementos sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

O escoamento superficial de água, seja de irrigação ou de chuva, também pode disseminar os nematoides. Desta forma, deve-se proceder ao adequado terraceamento da área, para contenção de águas superficiais.

Nas áreas onde os nematoides já se manifestaram e estão comprometendo a produtividade da cultura, é necessária adotar várias práticas de manejo de forma integrada, para reduzir a população dos nematoides presentes, de forma a restabelecer a sustentabilidade do sistema na área e tornar viável o cultivo da batata.

As medidas de controle se tornam necessárias ainda na destruição da cultura antiga. Na cultura da batata, não é recomendável manter ou incorporar os restos culturais infectados por nematoides na área cultivada, pois os nematoides alojados em tecidos de restos culturais tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle (Pinheiro et al., 2015). Portanto, após a colheita, os tubérculos de batata infectados devem ser recolhidos e amontoados em local apropriado até secarem, para posteriormente ser queimados. Somente depois disso deve-se proceder ao preparo do solo para novo plantio.

É aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

Um bom preparo de solo, que inclua a destruição das camadas compactadas, também é essencial, pois permite que as plantas explorem um volume maior de solo e, assim, suportem melhor os danos provocados por nematoides.

No plantio, se possível deve-se utilizar matéria orgânica, tal como esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas, bagaço de cana e torta de mamona. Os benefícios da matéria orgânica no manejo de áreas infestadas por nematoides foram apresentados no item **Medidas gerais de controle**. Em geral, o uso de matéria orgânica em campo nem sempre apresenta resultados significativos em relação à redução populacional de nematoides, mas é comum verificar resposta positiva da planta em termos de produtividade.

Por isso, o melhor efeito da adição de matéria orgânica ao solo se deve, na verdade, ao fato de propiciar melhores condições nutricionais à planta, fazendo com que ela apresente maior tolerância aos nematoides.

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**. Infelizmente, ainda não há variedades comerciais de batata resistentes aos nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* no Brasil (Schafer et al., 2013; Pinheiro et al., 2015).

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**. Infelizmente, ainda não há variedades comerciais de batata resistentes aos nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* no Brasil (Schafer et al., 2013; Pinheiro et al., 2015).

É ainda interessante fazer rotação de culturas, embora essa ferramenta seja de difícil execução em áreas cultivadas com batata, pois os nematoides do gênero *Meloidogyne*, em geral, são hospedeiros de diversas espécies de plantas. Por essa razão, também é importante proceder à correta identificação da espécie de nematoide que se encontra na área. Em áreas infestadas por *M. javanica* ou *M. incognita* sugere-se a rotação com amendoim, braquiárias, crotalária e mamona. Como discutido no item **Medidas gerais de controle**, a rotação de culturas, tanto com culturas de interesse econômico como com os adubos verdes, se bem aplicada, pode auxiliar o manejo de áreas infestadas por nematoides, principalmente por melhorar as condições do solo, favorecendo a planta, embora as reduções populacionais de nematoides nem sempre sejam significativas, quando a rotação é feita por poucos ciclos. É importante ressaltar que, sem a cultura hospedeira, os nematoides permanecem no solo na forma de ovos e esses podem ficar viáveis por vários anos, razão pela qual a rotação de culturas é muito mais efetiva, na redução populacional de nematoides, se executada por vários ciclos. É verdade que, sem os seus hospedeiros, a tendência é que a viabilidade dos ovos vá diminuindo com o tempo, mas geralmente esse tempo envolve alguns anos. Por causa disso, a rotação de culturas deve ser utilizada em conjunto com as demais ferramentas de controle, anteriormente citadas.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Para o tomateiro, os nematicidas podem ser aplicados em tratamento de sementes, com resultados interessantes em termos de redução populacional de nematoides e incremento de produtividade.

## 5.5 Café

Várias espécies de nematoides podem infestar as raízes do cafeeiro, mas as mais importantes pertencem aos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. Entre as espécies de *Meloidogyne*, são mais frequentemente encontradas em cafezais brasileiros *M. incognita*, *M. paranaenses*, *M. exigua*, *M. coffeicola* e *M. hapla*, mas as mais prejudiciais à cultura são *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. exigua*, devido aos danos que causam e à ampla ocorrência nas áreas produtoras de café. Já entre as pertencentes ao gênero *Pratylenchus*, destacam-se *P. coffea* e *P. brachyurus* (Gonçalves e Silvarolla, 2007; Salgado et al., 2011). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

*M. exigua* é a espécie mais disseminada em cafezais brasileiros, seguida por *M. incognita* e *M. paranaenses*; estas duas últimas são as que causam os maiores danos ao cafeeiro, por serem muito patogênicas a ele, promovendo grande destruição do sistema radicular e podendo levar a planta à morte. *M. incognita* e *M. paranaenses* são considerados fatores limitantes, tanto para a implantação de cafezais em áreas onde ocorrem quanto para a manutenção daqueles já contaminados, devido à ampla disseminação, à notável capacidade de destruir o sistema radicular, à alta persistência no solo, ao grande número de plantas hospedeiras, à existência de raças fisiológicas (*M. incognita*), além da intolerância das cultivares de *Coffea arábica* (Gonçalves e Silvarolla, 2007).

*M. exigua*, apesar de formar galhas típicas nas raízes do cafeeiro, não consegue destruir o sistema radicular, o que torna seus danos menos graves, podendo muitas vezes até passar despercebida, principalmente em cafezais instalados em solos férteis, que favorecem o desenvolvimento da planta. Entretanto, embora não seja tão patogênica quanto *M. incognita* e *M. paranaensis*, provavelmente *M. exigua* seja a espécie que causa as maiores perdas totais à cafeicultura brasileira, por ser amplamente disseminada nas lavouras das principais regiões produtoras de café (Gonçalves e Silvarolla, 2007).

Em cafezais, *P. brachyurus* é mais disseminada que *P. coffeae*, mas esta última em geral ocorre em densidades populacionais mais elevadas, causando maiores danos ao cafeeiro. *P. brachyurus* apresenta baixa taxa de reprodução em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, causando perdas somente em plantas jovens em áreas anteriormente cultivadas com plantas hospedeiras desse nematoide, como algumas braquiárias.

É possível que a ocorrência de *P. brachyurus* esteja relacionada ao cultivo de culturas intercalares suscetíveis, como o milho e diversos capins, causando preocupação em cafezais instalados em áreas antes ocupadas por pastagens (Salgado et al., 2011).

Embora a identificação da espécie do nematoide ocorrente em determinada área exija a análise laboratorial, alguns sintomas em campo ajudam na identificação: Assim, *M. coffeicola*, *M. incognita* e *M. paranaensis* são observados principalmente nas raízes mais velhas, embora as duas últimas possam ocorrer também nas radículas. Devido à intolerância do cafeeiro, os tecidos ao redor das células gigantes, onde esses nematoides se alimentam, acabam morrendo e levando toda a raiz à morte, com consequente diminuição do sistema radicular. Escamações na superfície das raízes, aspecto de cortiça, descascamento, rachaduras e pontos de lesões necróticas são sintomas característicos das espécies *M. paranaensis*, *M. incognita* e *M. coffeicola* nas raízes do cafeeiro.



Descorticamento em raízes de cafeeiro devido ao parasitismo de *Meloidogyne paranaensis* (Fonte: Salgado et al., 2011).

Já *M. exigua* é mais comum nas radículas mais jovens, onde provoca típicas galhas arredondadas.

Os nematoides podem se desenvolver e se reproduzir nas raízes do cafeeiro durante o ano todo, mas na época mais seca do ano, quando a planta perde parte do sistema radicular, as populações são menores; é no período de chuvas, no verão, que as populações aumentam rapidamente, atingindo os valores mais altos. Como



Raízes de cafeeiro com galhas arredondadas típicas do parasitismo por *Meloidogyne exigua* (Fonte: Salgado et al., 2011).

consequência do parasitismo, o sistema radicular mais pobre tem dificuldade em absorver água e nutrientes, a planta se desenvolve mais lentamente e produz menos. Em um estudo envolvendo cafeeiro de até cinco anos de idade e *M. exigua*, Barbosa et al. (2004) verificaram que 10 a 15 J2/100 mL de solo causaram 13% de perda na produção do cafeeiro Arábica, podendo atingir 30% de perda na ocorrência de mais de 40 J2 de *M. exigua*/100 mL de solo.

Considerando que *M. incognita* e *M. paranaensis* são mais patogênicas, os danos causados por essas espécies podem ser maiores. De fato, alguns autores sugerem que a redução na produção de café decorrente do parasitismo de nematoides varia entre 20% e 45 %, dependendo da espécie de nematoide ocorrente na área, do nível populacional dessa espécie, da variedade cultivada, tipo de solo, etc. (Gonçalves e Silvarolla, 2007; Salgado et al., 2011).

O primeiro passo para o manejo de cafezais infestados por nematoides é a identificação correta das espécies ocorrentes e de seus níveis populacionais. Para tanto, uma boa amostragem, como descrito no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**, é essencial, assim como o envio da amostra para o laboratório **DMLab**, capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes.

O controle dos nematoides é, de maneira geral, difícil de ser realizado. Deve-se ter em mente que, estando a área já contaminada, sua erradicação é praticamente impossível. Entretanto, esses parasitos podem, muitas vezes, ter suas populações reduzidas e mantidas em níveis baixos através da integração de medidas de controle.

A primeira coisa que se deve ter em mente é evitar a entrada desses parasitos na área, tanto durante a reforma ou implantação de lavoura nova, como durante a condução de lavouras adultas. Para tanto, é importante proceder a adequado terraceamento da área, para contenção de enxurradas nas épocas mais chuvosas, pois o solo transportado pode conter formas biológicas dos nematoides, que tem aí um eficiente meio de deslocamento. Como os veículos e equipamentos agrícolas podem carregar partículas de solo, é conveniente que sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

Outra medida diz respeito ao uso de mudas sadias, isentas de nematoides.

Uma nova lavoura deve ser implantada, de preferência, em local sem nenhuma plantação por vários anos ou em local onde foram cultivadas plantas não suscetíveis aos nematoides mais importantes para o cafeeiro, o que nos dias de hoje nem sempre é possível. Deve-se evitar, entretanto, o plantio de cafeeiros suscetíveis em locais infestados por *M. paranaensis* e *M. incognita*, pois, caso isso ocorra, as mudas não se desenvolverão, ocorrendo muitas falhas na lavoura.

No caso de plantio em áreas infestadas por *M. incognita* ou *M. paranaensis*, uma solução é a utilização da técnica de enxertia hipocotiledonar, usando-se como porta-enxertos cultivares de *C. canephora* resistentes a nematoides. O uso de variedades resistentes, mesmo que utilizadas como porta-enxerto, é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**. A técnica de enxertia hipocotiledonar, que foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo, permite a utilização pelo cafeicultor das fontes de resistência a curto prazo, com a vantagem de que alguns cultivares de porta-enxerto apresentarem resistência simultânea a algumas populações de *M. incognita* e *M. paranaensis*. Uma das cultivares mais indicadas para porta-enxerto de *C. arabica*, principalmente em áreas infestadas por *M. incognita* ou *M. paranaensis* é a Apoatã. Embora as mudas enxertadas apresentem alguns inconvenientes, como a segregação para suscetibilidade, pequena taxa de quebra do cavaleiro na região da enxertia, maior porcentagem de replantio (15-20%) e utilização somente em áreas de renovação ou replantio, essa tecnologia é uma alternativa para plantio de café em áreas infestadas por alguns nematoides (Gonçalves e Silvarolla, 2007).

Mesmo com o uso de variedades resistentes, o manejo de cafezais implantados em áreas infestadas por nematoides exige a adoção de outras medidas, tal como a adição de matéria orgânica ao solo.

Vários produtos de origem vegetal e animal tem sido utilizados em cafezais, como medidas auxiliares no manejo de nematoides.

Como apresentado no item **Medidas gerais de controle**, esses produtos basicamente favorecem a planta por melhorar a estrutura física e química do solo, fornecendo nutrientes às plantas e permitindo, portanto, que elas suportem melhor as populações de nematoides.

A torta de mamona, com reconhecido efeito nematicida, como apresentado no item **Medidas gerais de controle**, tem sido usada com pouca frequência, principalmente devido ao elevado custo e baixa disponibilidade.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos, aplicados geralmente no início do período chuvoso. Há vários nematicidas biológicos no mercado e todos eles têm sido estudados em café, com comportamento bastante bom.

Os nematicidas químicos em geral mantem as populações de nematoides reduzidas por cerca de 3 a 4 meses, e, apesar de não erradicarem os nematoides da área, possibilitam a recuperação pelo menos parcialmente da produtividade na lavoura, sendo importante ferramenta de manejo em certas áreas.

## 5.7 Cana-de-açúcar

No Brasil, as espécies de nematoides mais importantes para a cana-de-açúcar são *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus zae* e *Pratylenchus brachyurus*. A análise do banco de dados do laboratório **DMLab**, referente às amostras coletadas em canaviais da Região Centro-Sul do Brasil, entre 2001 e 2013, revelou que *P. zae* é sem dúvida a mais comum entre as quatro espécies citadas, presente em 97% das amostras analisadas, embora nem sempre em populações que causassem danos à cultura. As espécies *M. javanica* e *P. brachyurus* foram encontradas em aproximadamente 35% das amostras. Das quatro espécies citadas, *M. incognita* é a menos comum em canaviais, presente em cerca de 20% das amostras, mas geralmente é a mais patogênica (Dinardo-Miranda, 2014). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

Em raízes de cana-de-açúcar, nem sempre é possível visualizar as galhas provocadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*, devido à espessura avantajada das raízes, mas algumas vezes elas (as galhas) podem ser vistas nas extremidades das raízes mais novas.



Galhas em raízes de cana-de-açúcar devido ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* (Fonte: Dinardo-Miranda, 2014).

Já as lesões provocadas por *Pratylenchus* podem ser confundidas por lesões provocadas por certas pragas de solo, como cigarrinha das raízes.

Ao contrário do observado em outras culturas, em canaviais não se observam reboleiras de plantas mortas devido ao ataque de nematoides; estes geralmente provocam um enfraquecimento da touceira, que se apresenta com menor número de perfilhos e com perfilhos menores e mais finos; em consequência, o canavial como um todo apresenta aspecto irregular, com produtividade inferior à esperada para aquele ambiente de produção.



Lesões nas raízes de cana-de-açúcar provocadas por nematoides do gênero *Pratylenchus* (Fonte: Dinardo-Miranda, 2014).

Os danos causados por esses parasitos variam em função das espécies ocorrentes, da população de cada uma delas, do tipo de solo, da variedade de cana e de muitos outros fatores, mas estão em média entre 20 e 40% de redução de produtividade no primeiro corte, podendo chegar a mais de 50 %, em casos de níveis populacionais muito altos e variedades muito suscetíveis. Nas soqueiras, a produtividade também é seriamente reduzida, comprometendo a longevidade da lavoura, que precisa ser renovada mais frequentemente em áreas infestadas (Dinardo-Miranda, 2014).

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações desses parasitos abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

Considerando as espécies de nematoides presentes na amostra, a quantidade de cada uma delas, a época de amostragem, o ciclo da cultura, o ambiente de produção e outros fatores e baseado em dados experimentais, o nematologista interpreta os resultados da análise, informando ao produtor o nível populacional de nematoides na área. Por isso, é essencial encaminhar a amostra para análise em laboratório capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes, como o **DMLab**.

Populações médias e altas de nematoides são consideradas superiores ao nível de dano econômico e em áreas com tais populações é preciso adotar medidas de controle.

O uso de variedades resistentes seria, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Entretanto, são raras as variedades atualmente em cultivo resistente a, pelo menos, uma das espécies de nematoide de importância econômica (*M. javanica*, *M. incognita*, *P. zeae* e *P. brachyurus*).

Além disso, quando se detecta resistência em determinada variedade, essa resistência se restringe usualmente a uma das espécies. Como em campo é frequente a ocorrência de duas ou mais espécies de nematoides na mesma área, o emprego de uma variedade resistente a somente uma espécie de nematoide não é efetiva (Dinardo-Miranda, 2014).

A adição de matéria orgânica ao solo também é frequentemente citada como efetiva na redução populacional de certos nematoides, por criar condições favoráveis à multiplicação de seus inimigos naturais, principalmente fungos, e por liberar, durante sua decomposição, substâncias orgânicas com ação nematicida, como apresentado no item **Medidas gerais de controle**. Em canaviais, a matéria orgânica mais utilizada é a torta de filtro, mas trabalhos conduzidos em campo por Novaretti e Nelli (1985) e Dinardo-Miranda et al. (2003) revelaram que a torta de filtro não tem efeito significativo sobre as populações de nematoides, pelo menos nas doses em que é empregada em canaviais. Os autores de ambos os trabalhos concluíram que os aumentos de produtividade observados pelo uso da torta de filtro deveriam ser atribuídos a seus efeitos nutricionais. Na implantação da lavoura em áreas infestadas por nematoides, a torta de filtro tem sido uma ferramenta valiosa para obtenção de produtividades mais elevadas, principalmente quando utilizada em conjunto com nematicidas, porque aos seus efeitos benéficos (umidade e nutrientes) se somam os benefícios dos nematicidas (redução populacional de nematoides).

Outro material muito empregado em canaviais é a vinhaça, cujos efeitos na redução populacional de nematoides foi verificado por Pedrosa et al. (2005), em estudos em laboratório e casa de vegetação. Embora os autores tenham observado que a vinhaça em altas doses (até 1500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) pudesse prejudicar a eclosão de ovos de *M. javanica* e *M. incognita*, ressaltaram a necessidade de avaliações em campo, principalmente porque a vinhaça naquelas doses prejudicou o desenvolvimento das plantas.

Alguns tipos de material orgânico, entretanto, podem ter efeito mais significativo sobre as populações de nematoides. Um deles é a torta de mamona, que em campo reduziu as populações de nematoides, especialmente aqueles do gênero *Pratylenchus*, à semelhança dos nematicidas e, em função disso, promoveu incrementos de produtividade (Dinardo-Miranda e Fracasso, 2010). Apesar de ser resíduo útil no manejo de áreas infestadas por nematoides, esse material tem sido pouco estudado e pouco empregado em canaviais devido ao seu alto custo.

A rotação com plantas não hospedeiras, visando diminuir os prejuízos causados por nematoides, também tem sido alvo de estudos, em várias culturas, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Em áreas cultivadas tradicionalmente com cana-de-açúcar, as crotalárias estão entre as plantas mais empregadas, por serem muito produtivas, o que reflete diretamente na produtividade do canavial subsequente. Estudos conduzidos no Nordeste do Brasil, revelaram que as crotalárias podem reduzir as populações de nematoides do gênero *Meloidogyne*, quando cultivadas por pelo menos dois anos na área (Moura, 1991; Rosa et al., 2003). Entretanto, podem aumentar as populações de *P. zeae* (Rosa et al., 2003).

Quando o período de rotação de culturas se limita a quatro ou cinco meses, tempo entre a destruição do canavial antigo e a implantação da nova lavoura, como ocorre na região Centro-Sul do Brasil, faz-se apenas um ciclo de cultivo de crotalárias. Neste caso, não há efeito significativo da rotação com crotalárias sobre as populações de *Meloidogyne* no canavial implantado em seguida, embora possa ocorrer aumento nas populações de *Pratylenchus* (Dinardo-Miranda e Gil, 2005).

Apesar disso, a rotação com crotalárias geralmente contribui para aumentos de produtividade no canavial subsequente, devido aos seus benefícios como adubo verde (Dinardo-Miranda e Gil, 2005), razão pela qual a rotação com crotalárias em áreas infestada com nematoides tem sido bastante empregada em cana, sem dispensar, entretanto, o uso de nematicidas na implantação da lavoura de cana-de-açúcar.

Devido à falta de variedades comerciais resistentes a nematoides e à baixa eficiência da matéria orgânica e da rotação de culturas na redução populacional de nematoides em canaviais, o manejo de áreas infestadas baseia-se no uso de nematicidas químicos aplicados no plantio e/ou nas soqueiras, associados ou não ao emprego de matéria orgânica e à rotação de culturas.

No plantio, os nematicidas são aplicados sobre os toletes, imediatamente antes do fechamento dos sulcos. Por reduzirem as populações de nematoides pelos primeiros dois a cinco meses de idade da cultura, promovem um melhor desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente da parte aérea das plantas, o que resulta em 15 a 50 % de aumento de produtividade, em relação às áreas sem nematicida (Dinardo-Miranda, 2014).

Nas soqueiras, os nematicidas são aplicados em corte ao lado das linhas de cana ou sobre elas, contribuindo para incrementos de produtividade de 10 a 25 % (Dinardo-Miranda, 2014). A grandeza dos incrementos de produtividade está intimamente ligada à época em que se faz a aplicação do nematicida na soqueira e esta, ao desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar.



Como ocorre morte de raízes no período seco do ano e crescimento de raízes no período chuvoso, independentemente do corte da parte aérea das plantas (Vasconcelos, 2006), a aplicação de nematicidas em soqueiras colhidas na época seca do ano (entre junho e outubro, na região Centro-Sul do Brasil) tem se mostrado mais vantajosa quando feita de 30 a 90 dias depois da colheita, de maneira a ficar próxima do período chuvoso subsequente. Por outro lado, para canaviais colhido em pleno período chuvoso, as aplicações são mais efetivas e resultam em maiores incrementos de produtividade se feitas logo depois corte (Dinardo-Miranda, 2014).

## 5.9 Citros

Embora numerosas espécies de nematoides já tenham sido detectadas em pomares de citros no Brasil, apenas *Tylenchulus semipenetrans*, o nematóide dos citros, e *Pratylenchus jaehni* são considerados de importância econômica. A espécie *Pratylenchus coffeae* também é encontrada com certa frequência em pomares do Estado de São Paulo, onde vem causando certo dano (Campos e Santos, 2005; Dias-Arieira et al., 2008). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

*T. semipenetrans* é conhecido como nematoide dos citros, por serem estas as suas plantas preferenciais; parasita principalmente as radículas, onde provoca a morte de tecidos e, muitas vezes, da raiz como um todo, prejudicando a absorção de água e de nutrientes pela planta.

*P. jaehni* e *P. coffeae* provocam inúmeras lesões nas raízes, mas o primeiro parece ser mais agressivo às plantas de citros.

Tanto *T. semipenetrans* como *P. jaehni* e *P. coffeae* destroem as raízes das plantas, dificultando a absorção e água e de nutrientes. Em consequência, com o passar dos anos, a planta perde o vigor e cresce mais lentamente, produzindo folhas e frutos em menor número e de menor tamanho. Geralmente, as plantas infestadas apresentam ramos mais finos, frutos menores e menor quantidade de folhas, do que as plantas saudáveis. Em períodos prolongados de seca, a planta pode perder muitas folhas e, em casos extremos, chegar à morte.

*T. semipenetrans* causa a doença conhecida como “declínio lento dos citros”, pois quando o pomar é instalado em área com baixa infestação, os sintomas de ataque do nematoide só aparecem após vários anos do plantio, uma vez que a taxa de multiplicação do nematoide é baixa, se comparada com a de outras espécies. Por isso, inicialmente, o pomar se desenvolve aparentemente bem, mas à medida que o tempo passa e a população aumenta, os sintomas se tornam mais evidentes: as plantas apresentam folhas menores, frutos menores e em menor número e, conseqüentemente, são menos produtivas.



Fêmeas de *Tylenchulus semipenetrans* em raízes de citros.

Em plantas jovens severamente infestadas, tanto por serem oriundas de mudas muito infestadas ou por terem sido plantadas em campo muito infestado, o nome “declínio lento dos citros” é inadequado, pois os sintomas de infestação, representados por um crescimento muito lento das plantas e baixo vigor, aparecem nos primeiros anos após plantio.

A grandeza dos danos causados pelos nematoides varia com a espécie presente, o nível populacional e a variedade cultivada, estando entre 10 e 30 %, de acordo com alguns pesquisadores (Dias-Arieira et al., 2008).

O primeiro passo para o manejo de pomares infestados por nematoides é a identificação correta das espécies ocorrentes e de seus níveis populacionais. Para tanto, uma boa amostragem, como descrito no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**, é essencial, assim como o envio da amostra para o laboratório **DMLab**, capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes.

O manejo de pomares infestados por nematoides é feito por meio de várias medidas, que incluem desde cuidados para implantação do pomar até medidas em pomares adultos.

A primeira coisa que se deve ter em mente é evitar a entrada desses parasitos na área. Para tanto, é importante proceder a adequado terraceamento da área, para contenção de enxurradas nas épocas mais chuvosas, pois o solo transportado pode conter formas biológicas dos nematoides, que tem aí um eficiente meio de deslocamento. Como os veículos e equipamentos agrícolas podem carregar partículas de solo, é conveniente que sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

Outra medida diz respeito ao uso de mudas saudáveis, isentas de nematoides. A partir de 2003, a legislação no Estado de São Paulo proíbe a produção, o transporte e a comercialização de mudas de citros produzidas a céu aberto, o que as torna isentas de nematoides. Mesmo nos casos em que citricultores reformam os pomares velhos, possivelmente infestados por nematoides, as vantagens do uso de mudas saudáveis são inquestionáveis (Campos e Santos, 2005).

Uma nova lavoura deve ser implantada, de preferência, em local anteriormente não cultivado com citros, o que geralmente não é possível. Portanto, no caso da renovação de pomares velhos e infestados, uma boa medida é fazer uma rotação de culturas na área, por um a dois anos, como apresentado no item **Medidas gerais de controle**. No caso de pomares de citros, especificamente, a rotação de culturas pode ser medida bastante interessante e de mais fácil execução, pois o nematoide do citros, *T. semipenetrans*, tem poucas plantas hospedeiras, fora dos citros. Portanto, se o produtor fizer uso de culturas anuais na área, por um a dois anos, antes de renovar o pomar, a população do nematoide no solo será consideravelmente reduzida, apesar de não desaparecer por completo, mesmo após essa medida (Campos e Santos, 2005). Para o caso de *P. jaehni*, a lista de hospedeiros ainda não é bem conhecida, mas sabe-se que as crotalárias não são suas hospedeiras (Campos e Santos, 2005). Assim, o plantio de crotalárias na área será providência interessante para manejo das populações de nematoides.

Se as infestações de nematoides na área forem muito elevadas, a utilização de porta-enxertos resistente ou tolerante também é ferramenta que pode auxiliar o produtor. O uso de variedades resistentes, mesmo que utilizadas como porta-enxerto, é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**. Para *T. semipenetrans* o porta-enxerto comumente conhecido como resistente é *Poncirus trifoliata*; algumas seleções de *P. trifoliata* são altamente resistentes a *T. semipenetrans*, embora outras sejam apenas moderadamente resistentes (Duncan e Cohn, 1990). Para *P. jaehni*, os porta-enxertos tangerinas Cleópatra e Sunki, Citrumelo Swingle, Citrange Carrizo e *P. trifoliata* são resistentes, enquanto o limão-cravo é suscetível (Calzavara e Santos, 2005).

Outra medida auxiliar no manejo de pomares a serem implantados ou já implantados em áreas infestadas por nematoides é a adição de matéria orgânica ao solo. Como apresentado no item **Medidas gerais de controle**, há vários produtos de origem vegetal e animal que podem ser utilizados em pomares, como medidas auxiliares no manejo de nematoides; esses produtos basicamente favorecem a planta por melhorar a estrutura física e química do solo, fornecendo nutrientes a elas e permitindo, portanto, que elas suportem melhor as populações de nematoides.

A torta de mamona, com reconhecido efeito nematicida, como apresentado no item **Medidas gerais de controle**, tem sido usada com pouca frequência, principalmente devido ao elevado custo e baixa disponibilidade.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Recomenda-se que os nematicidas sejam aplicados anualmente, logo no início do período chuvoso. Isso porque, logo após o início das chuvas, a planta começa a emitir raízes nova, que darão sustentação para a produção da próxima safra (Campos e Santos, 2005).

Há vários nematicidas biológicos no mercado e todos eles têm sido estudados em pomares, com comportamento bastante bom. Os nematicidas químicos em geral mantêm as populações de nematoides reduzidas por cerca de 3 a 4 meses, e, apesar de não erradicarem os nematoides da área, possibilitam a recuperação pelo menos parcialmente da produtividade na lavoura, sendo importante ferramenta de manejo em certas áreas.

### 5.11 Feijão

O feijoeiro comum pode ser atacado por diversas espécies de nematoides, sendo as mais importantes *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. Além dessas, outras espécies de *Meloidogyne* são relatadas: *M. paranaensis*, *M. enterolobii* e *M. inornata*, assim como o nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines* (Bonfim Jr., 2013; Dadazio, 2015). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

Ao atacarem as raízes do feijoeiro, os nematoides provocam acentuada redução do sistema radicular, que pode ficar tomado por galhas, caso os pertençam ao gênero *Meloidogyne*. Devido ao sistema radicular deficiente e depauperado, a planta tem dificuldade em absorver água e nutrientes e sofre marcante redução de crescimento; quando a infestação é muito alta, se observam em campo reboleiras de plantas menores e até mesmo de plantas mortas;

Entretanto, muitas vezes, a população de nematoides não é alta o suficiente para provocar a morte de plantas, e, se o produtor não ficar atento, a infestação passa despercebida, pois os sintomas não são tão evidentes, mas a quebra de produtividade pode ser elevada; nesses casos, se observam plantas de menor porte e folhas com coloração anormal, semelhante à deficiência nutricional; o desenvolvimento das plantas na área é desuniforme e a produtividade é menor do que a esperada. Vale ressaltar que o ataque de nematoides às raízes do feijoeiro geralmente compromete a fixação de nitrogênio, pois inibe a atuação do *Bradyrhizobium* (Soares et al., 2012).

Os danos causados pelos nematoides ao feijoeiro dependem das espécies ocorrentes, do nível populacional de cada uma delas e da variedade plantada na área, entre outros fatores. Segundo Machado (2011), o ataque das diferentes espécies de nematoides no feijão pode acarretar perdas na produção que variam de 10% até 50%, no caso de áreas com alta infestação. Essas perdas ainda podem ser maiores quando microrganismos secundários, como bactérias e fungos, colonizam os tecidos parasitados por nematoides.

A população de cada espécie a partir da qual é necessário controle não está bem estabelecida. Alguns ensaios em vasos sugerem que os danos ocorreriam com população superior a 400 a 600 J2 por 100 mL de solo, caso a espécie seja *M. javanica* (Di Vito et al., 2007); entretanto, como são ensaios em vasos, é importante relacioná-los com populações de campo.

Em todo caso, o manejo de áreas cultivadas com feijão infestadas por nematoides começa pela identificação correta das espécies ocorrentes e de seus níveis populacionais. Para tanto, uma boa amostragem, como descrito no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**, é essencial, assim como o envio da amostra para o laboratório **DMLab**, capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes.

O plantio continuado de feijoeiro por anos consecutivos na mesma área poderá favorecer o crescimento populacional de nematoides. Embora nematoides do gênero *Pratylenchus*, em geral, tenham ampla distribuição nos solos brasileiros, isso não acontece para *Meloidogyne* e *H. glycines*. Por isso, nas áreas nas quais as amostragens revelaram que não há ocorrência desses nematoides, é importante adotar práticas que impeçam a sua entrada. Em geral, os nematoides são levados de um talhão para outro pelo homem, por meio do transporte de solo infestado junto com as sementes, trânsito de pessoas, máquinas e veículos, implementos (arado, grade, subsolador, escarificador, etc). Assim, é conveniente que máquinas e implementos sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

O escoamento superficial de água, seja de irrigação ou de chuva, também pode disseminar os nematoides. Desta forma, deve-se proceder ao adequado terraceamento da área, para contenção de águas superficiais.

Nas áreas onde os nematoides já se manifestaram e estão comprometendo a produtividade da cultura, é necessária adotar várias práticas de manejo de forma integrada, para reduzir a população dos nematoides presentes, de forma a restabelecer a sustentabilidade do sistema na área e tornar viável o cultivo do feijoeiro.

Em áreas muito infestadas, é aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

O uso de variedades resistentes também pode ser adotado e as vantagens de tal ferramenta estão apresentadas no item **Medidas gerais de controle**. Para o feijoeiro são poucas as informações disponíveis sobre a resposta das cultivares às diferentes espécies de nematoides, e em geral, as mais cultivadas, que tem maior potencial produtivo, são suscetíveis (Soares et al., 2012). A cultivar BRS Requite é resistente a *M. javanica* (Bonfim Jr., 2013). Para uso de variedades resistentes, é importante uma correta identificação das espécies de nematoides na área, para que se possa escolher uma variedade resistente à espécie. A identificação das espécies de nematoides pode ser feita em um bom laboratório, como o **DMLab**. O uso de variedades resistentes medida, entretanto, é muitas vezes difícil de ser empregada, pois é comum a ocorrência de duas ou mais espécies de nematoides na mesma área e não há variedade com resistência a todas elas. Uma das espécies mais comuns em campo é *P. brachyurus*, e não há cultivares resistentes `ela.

A rotação de culturas também pode ser empregada e algumas considerações sobre essa ferramenta de manejo estão no item **Medidas gerais de controle**. Como visto no item citado, é importante identificar corretamente as espécies nematoides na área, para que se possa escolher a adequada cultura para usar em rotação. Quando mais de uma espécie de nematoides ocorrem na mesma área, a rotação de culturas é de mais difícil execução, pois a cultura escolhida precisa ser resistente a todas elas, sob o risco de propiciar o aumento populacional daquela espécie para a qual a cultura em rotação seja suscetível. No caso de áreas cultivadas com feijão, uma cultura interessante para ser usada em rotação é o amendoim, que é resistente e/ou não hospedeira de *M. incognita*, *M. javanica*, *H. glycines*, *R. reniformis*. O amendoim, entretanto, não é uma boa opção para rotação se na área ocorrer *P. brachyurus*, pois é suscetível a essa espécie.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Para o feijoeiro, os nematicidas geralmente são aplicado em tratamento de sementes, com resultados interessantes em termos de redução populacional de nematoides e incremento de produtividade.

### 5.13 Milho

No Brasil, segundo trabalhos realizados na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG), mais de 40 espécies de 12 gêneros de nematoides tem sido citadas como parasitas de raízes de milho, sendo que as mais importantes, devido à patogenicidade, à distribuição e à alta densidade populacional, são *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zeae* (Oliveira, 2016). O milho ainda é suscetível a outras espécies de nematoides de grande importância: *Pratylenchus jaehnie* e *Meloidogyne incognita*; alguns híbridos são também suscetíveis a *Meloidogyne javanica*. Por outro lado, o milho é resistente a algumas das principais espécies de fitonematoides que ocorrem no Brasil: *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne hapla* e *Ditylenchus dipsaci*, o que o torna extremamente valioso em programas de rotação de culturas, quando essas últimas quatro espécies representam o problema de determinada área (Inomoto, 2013). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

Quando os nematoides predominantes são do gênero *Pratylenchus*, as raízes se tornam escurecidas, devido às múltiplas lesões provocadas por esses nematoides, menores e pobres em radículas.



Reboleiras de plantas de milho menos desenvolvida e cloróticas devido ao parasitismo de nematoides (Fonte: Pioneer Sementes, 2018).

Ao contrário do que ocorre em muitas outras plantas, no milho as galhas provocadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* são pouco visíveis a olho nu, o que não significa que tais nematoides não causem severos danos à cultura. Independentemente das espécies de nematoides ocorrentes na área, em geral, o sistema radicular parasitado por nematoides é mais pobres em radículas e, em função disso, ' menos eficientes na absorção de água e nutrientes da solução do solo. Conseqüentemente, uma planta parasitada tem seu crescimento reduzido, apresenta sintomas de deficiências minerais e a produção é reduzida. Uma cultura de milho atacada por nematoides apresenta plantas de menor porte e cloróticas, murchas nos horários mais quentes do dia, com recuperação à noite, espigas pequenas e mal granadas. Esses sintomas dão à cultura do milho uma aparência de irregularidade, podendo aparecer em reboleiras ou em grandes extensões.

A grandeza dos danos causados por nematoides varia com o gênero e a população do nematoide envolvido, com as condições do solo, com a variedade entre outros fatores, podendo chegar a 20 – 30 % de redução na produtividade, segundo relatos de diversos produtores.

No Brasil, é muito comum o plantio de soja e milho em rotação e, visto que muitas espécies de nematoides podem atacar ambas as culturas, o problema com nematoides nessas áreas tem crescido muito, pois há hospedeiros para os nematoides praticamente durante o ano todo. Outra razão para o crescimento populacional de nematoides é o cultivo mínimo e/ou plantio direto, práticas comuns em tais áreas, pois não há revolvimento do solo e destruição dos restos de raízes de plantas hospedeiras.

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

O nível de dano econômico das espécies de nematoides que parasitam o milho não está bem estabelecida, mas alguns pesquisadores utilizam os valores apresentados na **tabela** como indicativos.

Espécie de nematoide	Nível populacional					
	Raiz (1g)			Solo (100 mL)		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	< 80	81-160	> 160	< 50	51-100	> 101
<i>Meloidogyne javanica</i>	< 6	6-12	> 12	< 150	151-300	> 300
<i>Meloidogyne incognita</i>	< 6	6-12	> 12	< 150	151-300	> 300

Nível populacional de nematoides em função de suas populações nas raízes e solo do milho (exemplares em 100 mL de solo ou em 1 g de raízes) (Adaptado de Pioneer, 2018).

Considerando as espécies de nematoides presentes na área, a quantidade de cada uma delas e outros fatores, é imprescindível adotar medidas de controle, visando reduzir os prejuízos ao produtor. Por isso, é essencial encaminhar a amostra para análise em laboratório capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes, como o **DMLab**.

Populações médias e altas de nematoides são consideradas superiores ao nível de dano econômico e em áreas com tais populações é preciso adotar medidas de controle.

Embora nematoides do gênero *Pratylenchus*, em geral, tenham ampla distribuição nos solos brasileiros, isso não acontece para *Meloidogyne*. Por isso, nas áreas nas quais as amostragens revelaram que não há ocorrência de nematoides, é importante adotar práticas que impeçam a sua entrada. Em geral, os nematoides são levados de um talhão para outro pelo homem, por meio do transporte de solo infestado junto com as sementes, trânsito de pessoas, máquinas e veículos, implementos (arado, grade, subsolador, escarificador, etc). Assim, é conveniente que máquinas e implementos sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

O escoamento superficial de água, seja de irrigação ou de chuva, também pode disseminar os nematoides. Desta forma, deve-se proceder ao adequado terraceamento da área, para contenção de águas superficiais.

Nas áreas onde os nematoides já se manifestaram e estão comprometendo a produtividade da cultura, é necessária adotar várias práticas de manejo de forma integrada, para reduzir a população dos nematoides presentes, de forma a restabelecer a sustentabilidade do sistema na área e tornar viável o cultivo do milho.

Em áreas muito infestadas, é aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

Um bom preparo de solo, que inclua a destruição das camadas compactadas, também é essencial, pois permite que as plantas explorem um volume maior de solo e, assim, suportem melhor os danos provocados por nematoides.

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Há alguns híbridos de milho com certa resistência à *P. brachyurus* (com fator de reprodução do nematoide menor que 1) e alguns outros com resistência a *M. incognita*. Já em relação a *M. javanica*, cerca de 20%-30% dos híbridos atualmente comercializados no Brasil são resistentes a essa espécie, enquanto os demais híbridos são, em sua maioria, moderadamente resistentes (Inomoto, 2013). É preciso, entretanto, considerar com cuidado o híbrido de milho a ser cultivado, quando na área ocorrerem 2 ou mais espécies de nematoides.

A rotação de culturas também pode ser empregada e algumas considerações sobre essa ferramenta de manejo estão no item **Medidas gerais de controle**. Como visto no item citado, é importante identificar corretamente as espécies nematoides na área, para que se possa escolher a adequada cultura para usar em rotação.

Quando mais de uma espécie de nematoides ocorrem na mesma área, a rotação de culturas é de mais difícil execução, pois a cultura escolhida precisa ser resistente a todas elas, sob o risco de propiciar o aumento populacional daquela espécie para a qual a cultura em rotação seja suscetível.

Como citado anteriormente, no Brasil, é muito comum o plantio de soja e milho em rotação e, visto que muitas espécies de nematoides podem atacar ambas as culturas, é preciso especial atenção em relação às cultivares tanto de milho como de soja a serem empregadas no local infestado.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Para o milho, os nematicidas geralmente são aplicados em tratamento de sementes, com resultados interessantes em termos de redução populacional de nematoides e incremento de produtividade.

### 5.15 Soja

Mais de 100 espécies de nematoides, pertencentes a cerca de 50 gêneros, já foram associadas a soja em todo o mundo. No Brasil, as espécies mais prejudiciais à cultura são *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* (Dias et al., 2010). A biologia dessas espécies está descrita no item **Principais gêneros de nematoides de importância para a agricultura brasileira**.

*M. incognita* e *M. javanica* são as espécies mais importantes para a cultura da soja no Brasil, sendo que *M. javanica* tem ocorrência generalizada, enquanto *M. incognita* predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão (Dias et al., 2010). As lavouras de soja atacadas por estas espécies geralmente apresentam reboleiras de plantas amareladas, menores que as normais. Dependendo da população dos nematoides e da suscetibilidade da variedade, as folhas inicialmente amareladas acabam por secar e toda a planta atinge a morte; é comum serem observadas reboleiras de plantas mortas devido à infestação desses nematoides.

Algumas vezes, pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas, por ocasião do florescimento, há intenso abortamento de vagens e amadurecimento prematuro das plantas (Dias et al., 2010). Em anos em que acontecem veranicos na fase de enchimento de grãos, os danos tendem a ser maiores. Nas raízes das plantas atacadas observam-se galhas em número e tamanho variados; muitas vezes, todo o sistema radicular fica tomado pelas galhas.



Reboleiras de plantas de soja menos desenvolvidas e cloróticas devido ao parasitismo de *Meloidogyne* (Fotografia: L.L.Dinardo-Miranda).



Galhas provocadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* em raízes de soja (Fotografia: L.L.Dinardo-Miranda).



*Heterodera glycines*, o nematoide dos cistos da soja, foi detectado pela primeira vez no Brasil na safra de 1991/92. De acordo com Dias et al. (2010), a espécie já está presente em mais de 3 milhões de hectares, em plantações nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Tocantins e Maranhão. Os autores ressaltam, entretanto, que há muitas propriedades sem o patógeno, o que reforça a importância da prevenção à sua entrada. Como todo nematoide de importância para a agricultura, o nematoide dos cistos penetra nas raízes da planta de soja e dificulta a absorção de água e nutrientes; em consequência as plantas ficam menores e muitas vezes, com as folhas amareladas. Geralmente esses sintomas aparecem em reboleiras, próximo de estradas e carregadores, sugerindo que o nematoide foi introduzido na área por meio de máquinas e equipamentos agrícolas, ou até mesmo caminhões e carros que trazem os cistos junto com a terra de área infestadas aderida aos pneus, implementos, etc. Em muitos casos, as plantas de soja acabam morrendo. Entretanto, em locais de solos mais férteis e com boa distribuição de chuva, os sintomas na parte aérea podem não se manifestar tão claramente, mas, mesmo nesses casos, é possível verificar que as plantas parasitadas apresentam sistema radicular menos desenvolvido; um olhar bem treinado pode até mesmo ver os cistos aderidos às raízes.

*P. brachyurus*, é amplamente disseminado no Brasil, parasitando várias culturas. Apesar disso, somente nos últimos anos começaram a ser conduzidos estudos para avaliar o dano causado por essa espécie. No caso da soja, tem-se notado que as populações em campo aumentaram muito nos últimos anos, especialmente no Brasil Central, devido ao cultivo sucessivo de variedades suscetíveis de soja e à exploração do solo na entressafra, com culturas conhecidas como boas hospedeiras, tais como milho ou algodoeiro. Em muitos locais, as perdas de produtividade devido a esse nematoide têm sido significativas (Dias et al., 2010); essa espécie tem sido considerada por muitos produtores e pesquisadores uma das mais importantes para a soja no Brasil. Em campo, os sintomas de infestação por *P. brachyurus* são mais facilmente percebidos em solos mais arenosos e menos férteis, mas, em qualquer tipo de solo, é possível verificar que as plantas infestadas têm sistema radicular mais pobre em radículas e estas apresentam-se mais escurecidas, devido às lesões necróticas decorrentes da infestação do nematoide. Em lavouras infestadas, observa-se uma irregularidade na cultura, com reboleiras de plantas menores, mas muitas vezes com folhas ainda verdes, embora de tamanho reduzido.

*R. reniformis* afeta principalmente a cultura do algodão, mas, dependendo da cultivar e da população do nematoide no solo, também podem ocorrer danos na cultura da soja. A importância desse nematoide vem aumentando nos últimos anos e, em certas regiões de cultivo, especialmente de Mato Grosso do Sul, *R. reniformis* já é considerado um dos principais problemas da cultura, ocorrendo em altas densidades populacionais em muitas delas. Os sintomas nas plantas de soja parasitadas por *R. reniformis* diferem pouco daqueles causados por outros nematoides, ou seja, as lavouras se tornam desuniformes, com extensas áreas de plantas subdesenvolvidas, com sintomas de deficiência nutricional ou de compactação do solo, decorrentes de um sistema radicular pobre em radículas. Algumas vezes, com um olhar bem treinado, é possível observar uma camada de terra aderida às massas de ovos do nematoide, que são produzidas externamente (Dias et al., 2010).

As populações de nematoides em soja, em geral, tem aumentado nos últimos anos, devido à diversos fatores, entre os quais o cultivo contínuo de soja na área, algumas vezes sem rotação, ou, o que é mais comum, o cultivo de soja em rotação com culturas que são boas hospedeiras das principais espécies de nematoides, como feijão, algodão, milho e sorgo.

Também tem contribuído para os aumentos populacionais de nematoides o sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, mantendo o solo com umidade mais elevada e adequada para os nematoides, e o uso de irrigação, que viabiliza até três safras anuais nas áreas com este recurso, entre outros (Goulart, 2008).

Em função dos aumentos populacionais, os danos causados por nematoides à soja são bastante significativos. Há relatos de reduções de até 50% na produção de soja em áreas infestadas por nematoides em lavouras comerciais na região Centro-Oeste do Brasil (Goulart, 2008), mas em áreas com infestações altas e cultivares muito suscetíveis, as perdas podem chegar a 90% da produtividade (Asmus, 2001). Em média, os nematoides causam pelo menos 10 % de redução de produtividade da soja no mundo (Silva et al., 2006).

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

*R. reniformis* afeta principalmente a cultura do algodão, mas, dependendo da cultivar e da população do nematoide no solo, também podem ocorrer danos na cultura da soja. A importância desse nematoide vem aumentando nos últimos anos e, em certas regiões de cultivo, especialmente de Mato Grosso do Sul, *R. reniformis* já é considerado um dos principais problemas da cultura, ocorrendo em altas densidades populacionais em muitas delas. Os sintomas nas plantas de soja parasitadas por *R. reniformis* diferem pouco daqueles causados por outros nematoides, ou seja, as lavouras se tornam desuniformes, com extensas áreas de plantas subdesenvolvidas, com sintomas de deficiência nutricional ou de compactação do solo, decorrentes de um sistema radicular pobre em radículas. Algumas vezes, com um olhar bem treinado, é possível observar uma camada de terra aderida às massas de ovos do nematoide, que são produzidas externamente (Dias et al., 2010).

As populações de nematoides em soja, em geral, tem aumentado nos últimos anos, devido à diversos fatores, entre os quais o cultivo contínuo de soja na área, algumas vezes sem rotação, ou, o que é mais comum, o cultivo de soja em rotação com culturas que são boas hospedeiras das principais espécies de nematoides, como feijão, algodão, milho e sorgo. Também tem contribuído para os aumentos populacionais de nematoides o sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, mantendo o solo com umidade mais elevada e adequada para os nematoides, e o uso de irrigação, que viabiliza até três safras anuais nas áreas com este recurso, entre outros (Goulart, 2008).

Em função dos aumentos populacionais, os danos causados por nematoides à soja são bastante significativos. Há relatos de reduções de até 50% na produção de soja em áreas infestadas por nematoides em lavouras comerciais na região Centro-Oeste do Brasil (Goulart, 2008), mas em áreas com infestações altas e cultivares muito suscetíveis, as perdas podem chegar a 90% da produtividade (Asmus, 2001). Em média, os nematoides causam pelo menos 10 % de redução de produtividade da soja no mundo (Silva et al., 2006).

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

Considerando as espécies de nematoides presentes na área, a quantidade de cada uma delas e outros fatores, é imprescindível adotar medidas de controle, visando reduzir os prejuízos ao produtor. Por isso, é essencial encaminhar a amostra para análise em laboratório capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes, como o **DMLab**.

Embora algumas espécies de nematoides, como *P. brachyurus*, tenham ampla distribuição nos solos brasileiros, isso não acontece para as demais espécies de importância para a soja, especialmente em relação a *H. glycines*; esta última ainda tem distribuição restrita e, como citado anteriormente, muitas fazendas, localizadas em regiões onde o nematoide já foi encontrado, ainda estão isentas do mesmo. Por isso, nas áreas nas quais as amostragens revelaram que não há ocorrência de nematoides, é importante adotar práticas que impeçam a sua entrada.

Em geral, os nematoides são levados de um talhão para outro pelo homem, por meio do transporte de solo infestado junto com as sementes, trânsito de pessoas, máquinas e veículos, implementos (arado, grade, subsolador, escarificador, etc). Assim, é conveniente que máquinas e implementos sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

O escoamento superficial de água, seja de irrigação ou de chuva, também pode disseminar os nematoides. Desta forma, deve-se proceder ao adequado terraceamento da área, para contenção de águas superficiais.

Nas áreas onde os nematoides já se manifestaram e estão comprometendo a produtividade da cultura, é necessária adotar várias práticas de manejo de forma integrada, para reduzir a população dos nematoides presentes, de forma a restabelecer a sustentabilidade do sistema na área e tornar viável o cultivo da soja.

Em áreas muito infestadas, é aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

Um bom preparo de solo, que inclua a destruição das camadas compactadas, também é essencial, pois permite que as plantas explorem um volume maior de solo e, assim, suportem melhor os danos provocados por nematoides

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Entretanto, para o uso dessa ferramenta de controle é importante proceder à identificação correta das espécies de nematoides ocorrentes na área, a fim de selecionar para plantio uma variedade resistente à espécie presente no campo a ser plantado. Tal identificação poderá ser feita em amostra encaminhada ao **DMLab**.

Atualmente, há muitas cultivares de soja resistentes ou moderadamente resistentes a *M. incognita* e/ou *M. javanica* no Brasil. Quase todas são descendentes de uma única fonte de resistência, a cultivar norte-americana 'Bragg' (Dias et al 2010; Miranda et al., 2011); como os níveis de resistência dessas cultivares não são altos, em condições de elevadas populações do nematoide no solo outras ferramentas de controle, tais como a rotação de culturas, deverão ser utilizadas em associação ao plantio de variedades resistentes.

Em relação ao nematoide do cisto, *H. glycines*, há também cultivares resistentes disponíveis no mercado, mas o uso de cultivares resistentes também não deve ser a única opção do produtor, porque essa espécie de nematoide tem elevada diversidade genética e, sob pressão de seleção (uso constante de uma cultivar resistentes), o agricultor pode acabar selecionando raças no campo para as quais as variedades não sejam resistentes. A grande totalidade das variedades brasileiras de soja é resistentes às raças 1 e 3, as predominantes no Brasil, mas 11 raças do nematoide dos cistos já foram detectadas no país. Portanto, o agricultor deve associar o uso de variedades resistentes com outras ferramentas de controle, tais como rotação de culturas, para que a predominância em campo não seja alterada para outras raças de *H. glycines* (Dias et al., 2010; Embrapa, 2011). Deve-se lembrar que os ovos dentro dos cistos permanecem viáveis por mais de 8 anos; portanto, dificilmente esse nematoide será eliminado das áreas infestadas.

Há informações de que as principais fontes de resistência a *H. glycines* também conferem resistência a *R. reniformis*. Portanto, há grande chance das variedades resistentes a *H. glycines* liberadas para cultivo no Brasil sejam também resistentes a *R. reniformis*, mas isso ainda precisa ser comprovado por estudos em casa de vegetação e campo (Dias et al., 2010; Embrapa, 2011).

O comportamento das cultivares brasileiras de soja em áreas infestadas por *P. brachyurus* não tem indicado a existência de materiais resistentes ou tolerantes a essa espécie. Entretanto, alguns estudos mostram que há diferença entre as cultivares quanto à capacidade de multiplicar o nematoide campo (Dias et al., 2010; Embrapa, 2011). Portanto, em áreas muito infestadas, o indicado é utilizar cultivares que proporcionem os mais baixos fatores de reprodução para esses nematoides.

Como citado anteriormente, o uso de variedades resistentes não elimina a necessidade de outras ferramentas de controle. O uso de outras ferramentas de controle é ainda mais necessário se na área ocorrerem mais de uma espécie de nematoides importantes para a soja, pois nem sempre estará disponível cultivares com resistência a várias espécies desses parasitos.

Em função do exposto, a rotação de culturas é medida importante em área infestada por nematoides. Algumas considerações sobre a rotação e cultura estão no item **Medidas gerais de controle**. Como visto no item citado, é importante identificar corretamente as espécies nematoides na área, para que se possa escolher a adequada cultura para usar em rotação. Tal identificação poderá ser feita em amostra encaminhada ao **DMLab**. Quando mais de uma espécie de nematoides ocorrem na mesma área, a rotação de culturas é de mais difícil execução, pois a cultura escolhida precisa ser resistente a todas elas, sob o risco de propiciar o aumento populacional daquela espécie para a qual a cultura em rotação seja suscetível.

No Brasil, a rotação de soja e milho é muito comum. Quando as espécies de nematoides presentes na área são *H. glycines* e *R. reniformis*, o milho pode ser utilizado sem restrições em rotação com a soja. Entretanto, se ocorrerem as espécies de *Meloidogyne* e/ou *P. brachyurus*, é preciso escolher com cuidado a cultivar de milho a ser utilizada; Há alguns híbridos de milho com certa resistência à *P. brachyurus* (com fator de reprodução do nematoide menor que 1) e alguns outros com resistência a *M. incognita*. Já em relação a *M. javanica*, cerca de 20%-30% dos híbridos atualmente comercializados no Brasil são resistentes a essa espécie, enquanto os demais híbridos são, em sua maioria, moderadamente resistentes (Inomoto, 2013). É preciso, entretanto, considerar com cuidado o híbrido de milho a ser cultivado, quando na área ocorrerem duas ou mais espécies de nematoides.

Além do milho, outras culturas podem ser utilizadas em rotação com a soja. Em áreas infestadas por *M. javanica*, indica-se ainda a rotação da soja com amendoim, algodão, mamona, sorgo e milheto resistentes. Quando *M. incognita* for a espécie predominante, poderão ser semeados o amendoim, sorgo e milheto resistentes. Quando predomina *H. glycines*, a rotação pode ser feita com arroz, algodão, sorgo, mamona e girassol.

As diferentes espécies de *Crotalaria* e outros adubos verdes também podem ser incluídos em um amplo programa de rotação de culturas.

Como discutido no item **Medidas gerais de controle**, a rotação de culturas, tanto com culturas de interesse econômico como com os adubos verdes, se bem aplicada, pode auxiliar o manejo de áreas infestadas por nematoides, principalmente por melhorar as condições do solo, favorecendo a planta, embora as reduções populacionais de nematoides nem sempre sejam significativas, quando a rotação é feita por poucos ciclos. É importante ressaltar que, sem a cultura hospedeira, os nematoides permanecem no solo no estágio de ovos e esses podem ficar viáveis por vários anos, razão pela qual a rotação de culturas é muito mais efetiva, na redução populacional de nematoides, se executada por vários ciclos. Os ovos do nematoide dos cistos, por exemplo, ficam pelo menos 8 anos viáveis no solo. É verdade que, sem os seus hospedeiros, a tendência é que a viabilidade dos ovos vá diminuindo com o tempo, mas geralmente, esse tempo envolve alguns anos. Por causa disso, a rotação de culturas deve ser utilizada em conjunto com as demais ferramentas de controle, anteriormente citadas.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Para a soja, os nematicidas podem ser aplicados em tratamento de sementes ou no sulco de plantio, com resultados interessantes em termos de redução populacional de nematoides e incremento de produtividade.

## 5.17 Tomate

Embora vários gêneros de nematoides possam infectar as raízes de tomateiro, são as espécies do gênero *Meloidogyne* que têm provocado as maiores perdas à tomaticultura no Brasil (Lopes e Santos, 1994), sendo que *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são as espécies com maior distribuição na cultura (Pinheiro et al., 2014).

Plantas de tomateiro, quando atacadas por *Meloidogyne sp.* apresentam aspecto clorótico, diminuição no crescimento, sistema radicular completamente desorganizado, com poucas raízes e muitas galhas; em consequência, produzem número reduzido de frutos, que são também menores que o habitual. Quando a infestação ocorre no estágio de plântulas, estas podem morrer no transplante para o campo. A formação de galhas nas raízes do tomateiro impede a absorção de água e nutrientes do solo, provocando deficiência mineral e perda de produtividade (Vale et al., 2013).

*M. hapla* geralmente produz galhas pequenas e discretas, enquanto *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. enterolobii* causam galhas grandes e irregulares, que podem apodrecer rapidamente devido à invasão de patógenos secundários, tais como *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Fusarium sp.*, *Verticillium sp.* e *Ralstonia sp.* com intensificação dos danos. Em função disso, o transporte de nutrientes e sais minerais das raízes para a parte aérea das plantas é afetado, resultando em murchas e deficiências nutricionais (Pinheiro et al., 2014).

Em campo, os sintomas geralmente são observados em reboleiras de formato irregular com plantas raquíticas, murchas e amareledas. Estima-se que as perdas decorrentes do parasitismo por nematoides em tomateiro atinjam 30% da produção (Naika et al., 2006).

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

O manejo de áreas infestadas é feito, quando possível, pela integração de várias ferramentas de controle, visando reduzir as populações de nematoides abaixo do nível em que causam danos à cultura. Esse conceito pressupõe o uso de medidas de controle somente onde elas sejam estritamente necessárias. Para isso, é imprescindível um diagnóstico seguro da presença de nematoides nas áreas, ou seja: a amostragem desempenha papel fundamental no manejo (Dinardo-Miranda, 2014). As informações para a condução de uma boa amostragem estão apresentadas no item **Amostragem – como identificar áreas com problemas com nematoides**.

Considerando as espécies de nematoides presentes na área, a quantidade de cada uma delas e outros fatores, é imprescindível adotar medidas de controle, visando reduzir os prejuízos ao produtor. Por isso, é essencial encaminhar a amostra para análise em laboratório capacitado para correta identificação das espécies ocorrentes, como o **DMLab**.

Uma das medidas mais importantes é a prevenção da entrada de nematoides na área de cultivo. Por isso, é essencial o plantio de mudas de livres de nematoides.

Além disso, como em geral, os nematoides são levados de um talhão para outro pelo homem, por meio do transporte de solo infestado junto com as sementes, trânsito de pessoas, máquinas e veículos, implementos (arado, grade, subsolador, escarificador, etc), é conveniente que máquinas e implementos sejam lavados após uso em áreas infestadas por nematoides, ou com suspeita de infestação.

O escoamento superficial de água, seja de irrigação ou de chuva, também pode disseminar os nematoides. Desta forma, deve-se proceder ao adequado terraceamento da área, para contenção de águas superficiais.

Nas áreas onde os nematoides já se manifestaram e estão comprometendo a produtividade da cultura, é necessária adotar várias práticas de manejo de forma integrada, para reduzir a população dos nematoides presentes, de forma a restabelecer a sustentabilidade do sistema na área e tornar viável o cultivo do tomateiro.

Em áreas muito infestadas, é aconselhável fazer bom preparo do solo, pois essa medida, de acordo com Inomoto (2016), destrói as raízes das plantas hospedeiras e expõe o solo e, conseqüentemente, os ovos de nematoides, à dessecação, reduzindo suas populações, como visto no item **Medidas gerais de controle**.

Um bom preparo de solo, que inclua a destruição das camadas compactadas, também é essencial, pois permite que as plantas explorem um volume maior de solo e, assim, suportem melhor os danos provocados por nematoides.

O uso de variedades resistentes é, sem dúvida, um dos métodos mais práticos para reduzir as populações de nematoides, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Entretanto, para o uso dessa ferramenta de controle é importante proceder à identificação correta das espécies de nematoides ocorrentes na área, a fim de selecionar para plantio uma variedade resistente à espécie presente no campo a ser plantado. Tal identificação poderá ser feita em amostra encaminhada ao **DMLab**.

Atualmente, há diversas cultivares de tomateiro resistentes a algumas espécies de *Meloidogyne* (Rossi, 2009.; Rosal et al., 2014), entre as quais o produtor precisa escolher a que mais se adapta às suas condições de cultivo.

É ainda interessante fazer rotação de culturas, como visto no item **Medidas gerais de controle**. Entretanto, essa ferramenta muitas vezes é de difícil execução em áreas cultivadas com tomateiros, pois os nematoides do gênero *Meloidogyne*, em geral, são hospedeiros de diversas espécies de plantas. Por essa razão, também é importante proceder à correta identificação da espécie de nematoide que se encontra na área, como visto no item **Medidas Gerais de Controle**.

Em áreas infestadas por *M. javanica* ou *M. incognita* sugere-se a rotação com amendoim, braquiárias, crotalária e mamona. Como discutido no item **Medidas gerais de controle**, a rotação de culturas, tanto com culturas de interesse econômico como com os adubos verdes, se bem aplicada, pode auxiliar o manejo de áreas infestadas por nematoides, principalmente por melhorar as condições do solo, favorecendo a planta, embora as reduções populacionais de nematoides nem sempre sejam significativas, quando a rotação é feita por poucos ciclos. É importante ressaltar que, sem a cultura hospedeira, os nematoides permanecem no solo na forma de ovos e esses podem ficar viáveis por vários anos, razão pela qual a rotação de culturas é muito mais efetiva, na redução populacional de nematoides, se executada por vários ciclos.

É verdade que, sem os seus hospedeiros, a tendência é que a viabilidade dos ovos vá diminuindo com o tempo, mas geralmente esse tempo envolve alguns anos. Por causa disso, a rotação de culturas deve ser utilizada em conjunto com as demais ferramentas de controle, anteriormente citadas.

O manejo de áreas infestadas pode ainda incluir o uso de nematicidas químicos e biológicos. Para o tomateiro, os nematicidas podem ser aplicados em tratamento de sementes, com resultados interessantes em termos de redução populacional de nematoides e incremento de produtividade.

## REFERÊNCIAS

### *Referência Principais gêneros de nematoide importante para a agricultura brasileira*

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251p.

FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. p.168-201.

### *Referências amostragem - como identificar áreas com problemas com nematóides*

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2014. 400p.

GALBIERI, R.; VAZ, C.M.P.; SILVA, J.F.V.; ASMUS, G.L.; CRESTANA, S.; MATOS, E.S.; MAGALHÃES, C.A.S. Influência dos parâmetros do solo na ocorrência de fitonematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 37-89.

GOULART, A.M.C. Coleta de amostras para análise de nematoides: **Recomendações gerais**. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009. 31 p. (Documentos/Embrapa Cerrados).

### *Referências métodos gerais de controle*

AMBROSANO, E.J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A.; DIAS, F.L.F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T.; SACHS, R.C.C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v.70, n.4, p.810-818, 2011.

CÁCERES, N.T.; ALCARDE, J.C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.13, n.5, p.16-20, 1995.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V. Efeito da torta de mamona sobre populações de nematóides fitoparasitas e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.34, n.1, p.68-71, 2010.

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**, v.29, n.1, p.63-66, 2005.



DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; COELHO, A.L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C.C. Efeito da torta de filtro e de nematicidas sobre as infestações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.61-67, 2003.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251p.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

MONFORT, S.; KIRKPATRICK, T. L.; FORTNER, J.; CARROLL, A.; EMERSON, M. Impact of minimum tillage on root-knot nematode management in cotton. Thirteenth Annual National Conservation Systems Cotton & Rice Proceedings Book, **(Abstract)** p.15, 2010. <http://www.cottoninc.com/fiber/Agricultural-Research/Agricultural-Meetings-Conferences/Conservation-Tillage-Conferences/2010-Presentations/Impact-Of-inimum-Tillage-On-Root-Knot-Nematode-Management.pdf>

MOURA, R.M. Dois anos de rotação de culturas em campos de cana-de-açúcar para controle de meloidoginose. 1. Efeito dos tratamentos na população do nematóide. **Nematologia Brasileira**, v.15, n.1, p.1-7, 1991.

MUELLER, J. D.; KIRKPATRICK, T.; OVERSTREET, C.; KOENNING, S.; KEMERAIT, B.; NICHOLS, B. **Managing nematodes in cotton-based cropping systems** (technical bulletin), 2012. 4p. <http://www.cottoninc.com/fiber/AgriculturalDisciplines/Nematology/2012-Managing-nematodes/2012-Managing-Nematodes-PDF.pdf>

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. Use of nematicide and filtercake for control of nematodes attacking sugarcane in São Paulo State. **Nematologia Brasileira**, v.9, n.2, p.175-184, 1985.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – a review. **Applied Soil Ecology**, v. 44, n.1., p.101-115, 2010.

ROSA, R.C.T.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran observados na colheita de cana planta. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.2, p.167-171, 2003.

## ***Referências manejo de áreas infestadas por nematóide***

### ***Algodão***

GALBIERI, R.; ASMUS, G.L. Principais espécies de nematoides do algodoeiro no Brasil. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 11-36.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

INOMOTO, M.M. Manejo de nematoides: controles químico, biológico e cultural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 11, 2017, Maceió, **Palestra apresentada....** Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2017. Disponível em: [http://www.congressodoalgodao.com.br/anais/arquivos/29\\_SL01\\_MC\\_Mario\\_Massayuk\\_Inomoto.pdf](http://www.congressodoalgodao.com.br/anais/arquivos/29_SL01_MC_Mario_Massayuk_Inomoto.pdf) (acesso 04 de abril 2018).

MACHADO, A.C.Z.; KANEKO, L.; PINTO, Z.Y. Controle biológico. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 287-312.

MACHADO, A.C.Z. Controle químico. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 313-339.

## **Batata**

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. **Nematoides em hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1999. 12p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107344/1/CNPHDOCUMENTOS-18-NEMATOIDES-EM-HORTALICAS.pdf> Acessado em 03 de maio de 2018.

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar.** Campinas: IAC, 2014. 400p.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

PINHEIRO, J.B.; SILVA, G.O.; PEREIRA, R.B. **Nematoides na cultura da batata.** Circular técnica, 143. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 2015. 12p.

SANTOS, J. M. Os nematóides na cultura de batata. **Revista Batata Show**, Itapetinga, Ano 3, n.7, p. 08-10, jul. 2003.

SCHAFER, J.T.; MEDINA, I.L.; GOMES, C.B. Manejo de nematoides na cultura da batata. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, v.11, n.80, p. 30-31, 2013.

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

## **Café**

BARBOSA, D.H.S.G. et al. Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.28, n.1, p.49-54, 2004.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M.B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v.59, n.1, p.54-57, 2007.

SALGADO, S.M.; CARNEIRO, R.M.D.G.; CANUTO, R.S. **Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro.** Belo Horizonte: APAMIG, 2011. 60 p. (Boletim técnico 98).

## ***Cana-de-açúcar***

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V. Efeito da torta de mamona sobre populações de nematóides fitoparasitos e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.34, n.1, p.68-71, 2010.

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**, v.29, n.1, p.63-66, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; COELHO, A.L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C.C. Efeito da torta de filtro e de nematicidas sobre as infestações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.61-67, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2014. 400p

MOURA, R.M. Dois anos de rotação de culturas em campos de cana-de-açúcar para controle de meloidoginose. 1. Efeito dos tratamentos na população do nematóide. **Nematologia Brasileira**, v.15, n.1, p.1-7, 1991.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. Use of nematicide and filtercake for control of nematodes attacking sugarcane in São Paulo State. **Nematologia Brasileira**, v.9, n.2, p.175-184, 1985.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – a review. **Applied Soil Ecology**, v. 44, n.1., p.101-115, 2010.

PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M.; ALBUQUERQUE, P.H.S.; CUNHA, A.C. Supressividade de nematoides em cana-de-açúcar por adição de vinhaça ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, suplemento, p.197-201, 2005.

ROSA, R.C.T.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran observados na colheita de cana planta. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.2, p.167-171, 2003.

## ***Citros***

CAMPOS, A.S.; SANTOS, J.M. Nematoides em citros. **Revista Cultivar HF**, v.31, p. 23-26, 2005.

CALZAVARA, S.A.; SANTOS, J.M. Resistência ao nematóide. **Revista do Fundecitrus**, v.130, p.6, 2005.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MOLINA, R.O.; COSTA, A.T. Nematoides causadores de doenças em frutíferas. **Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 1, p.46-56, 2008. Disponível em <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/230/169> (acesso em 05 de abril de 2018).

DUNCAN, L.W.; COHN, E. Nematode parasites of citrus. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. p. 321-346.

## Feijão

BONFIM JR, M.F. **Nematoides do feijoeiro-comum: ocorrência nos estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*.** 2013. 115f. Tese de doutorado. ESALQ/USP, Piracicaba, 2013.

DADAZIO, T.S. **Meloidogyne inornata em feijoeiro: aspectos biológicos e reação de cultivares.** 2015. 53f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrônomicas / UNESP, Botucatu, 2015.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nematropica**, v. 37, n. 2, p. 339-344, 2007.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

MACHADO, A. C. Z. Nematoides em feijão: perdas de 10% podem chegar a 50%. **Portal do agronegócio**, 2011. Disponível em: <http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao-perdas-de-10-podemchegar>. Acessado em 25 de abril de 2018

SOARES, P.L.M.; SANTOS, J.M.; VIDAL, R.L.; NASCIMENTO, D.D. FERREIRA, R.J. **Práticas efetivas de controle de nematoides em feijão e amendoim.** Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br/sbn/34CBN/Palestras/Pr%C3%A1ticas%20efetivas%20de%20controle%20de%20nematoides%20em%20feij%C3%A3o%20e%20amendoim.pdf>. Acessado em 25 de abril de 2018.

## Milho

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar.** Campinas: IAC, 2014. 400p.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

INOMOTO, M.M. Manejo ideal de nematoides no milho. **Revista Cultivar Grandes culturas**, v.175, p. 32-35, 2013.

OLIVEIRA, H.L.M. Manejo de nematoides em milho tendo em vista a cultura subsequente. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/89/manejo-de-nematoides-em-milho-tendo-em-vista-a-cultura-subsequente>. Acesso em 19 de abril de 2018.

PIONEER, 2018 Manejo de nematoides em milho. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/manejo-nematoides-milho>. Acesso em 20 de abril de 2018

## Soja

ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja.** Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p. 39-62.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides em soja: identificação e controle**. Londrina: EMBRAPA, 2010. 8p. (Circular Técnica 76).

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2014. 400p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja- região central do Brasil – 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja: 2011. 261p..

GOULART, A.M.C. Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*). **Agrofit Brasil, 2008**. Disponível em: [www.agrosoft.org.br/agropag/103613.htm](http://www.agrosoft.org.br/agropag/103613.htm). Acessado em 01 de maio de 2018.

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

INOMOTO, M.M. Manejo ideal de nematoides no milho. **Revista Cultivar Grandes culturas**, v.175, p. 32-35, 2013.

MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Nematóides – um desafio constante. **Boletim de Pesquisa da Soja**, Rondonópolis, n. 15, p. 400-414, 2011.

SILVA, J.F.V.; DIAS, V.P.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Perdas por nematoides chegam a 10,6% da soja mundial. **Visão Agrícola**, v.5, p.103-107, 2006. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-fitossanidade07.pdf>. Acesso 03 de maio de 2018.

## Tomate

INOMOTO, M.M. Manejo cultural de nematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J.L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: IMAMT, 2016. p. 257-286.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.M.S.. **Doenças do Tomateiro**. Brasília: Embrapa SPI, 1994, 67p.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.H.; DAM, B V. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen : Fundação Agromisa e CTA, 2006. 104p. (Agrodok 17).

PINHEIRO, J.B.; PEREIRA, R.B.; SUINAGA, F.A. **Manejo de nematoides na cultura do tomate**. Circular técnico, 132. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 2014.

ROSAL, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reação de genótipos e híbridos de tomateiro à *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, v.44, n.7, p.1166-1171, 2014.

ROSSI, C,E. **Aspectos da resistência do tomateiro aos nematóides de galha. Informações Tecnológicas Infobibos, 2009**. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/Tomateiro/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Tomateiro/index.htm). Acessado em 03 de maio de 2018.

VALE, F. X. R.; LOPES, C. A.; ALVARENGA, M. A. R. Doenças fúngicas, bacterianas e causadas por nematoides. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2013. 445 p.