

CIRCULAR TÉCNICA

171

Brasília, DF
Novembro, 2019

Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto

Jadir Borges Pinheiro
Raphael Augusto de Castro e Melo
Carlos Francisco Ragassi



Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto

A importância dos nematoides para as hortaliças é de abrangência mundial, principalmente em regiões tropicais, cujas áreas de produção raramente estão livres do patógeno. Quando hortaliças são cultivadas continuamente na mesma área sem a adoção de medidas de controle, perdas de até 100% da produção (Figura 1) podem ocorrer, especialmente em decorrência do ataque do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Os relatos de perdas causadas por fitonematoides em Sistema Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) na literatura são escassos, e a falta de informações disponíveis provavelmente se deve à dificuldade na realização de estudos em campo, pela diminuta área cultivada nesse sistema, e pelo rápido ciclo de produção da maioria das hortaliças.



Foto: Raphael Augusto de Castro e Melo

Figura 1. Perdas em cultivos de tomate para processamento cultivado em SPDH devido à infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

No Brasil, é importante lembrar que os problemas causados por nematoides em hortaliças são intensificados pela existência de grande número de áreas de cultivos, pela localização destas em regiões urbanas e periurbanas, o

Jadir Borges Pinheiro

Eng. Agr., D. Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Raphael Augusto de Castro e Melo

Eng. Agr., M. Sc. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Carlos Francisco Ragassi

Eng. Agr., M. Sc. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

que intensifica o movimento de pessoas, máquinas e animais, fatores que favorecem a disseminação dos nematoides, bem como pela falta de cultivares resistentes. Além disso, a baixa importância que é dada aos nematoides em cultivos de hortaliças, quando se compara à atenção dispensada aos nematoides em grandes culturas como algodão, milho e soja. Entre os principais fatores responsáveis pela importância dos nematoides em hortaliças, destaca-se o grande número de espécies de hortaliças cultivadas que são hospedeiras do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Assim, um dos pilares do Sistema Plantio Direto, a rotação de culturas, é negligenciado com a intensificação de plantios ao longo do ano em sucessão, acarretando no aumento exponencial dos níveis populacionais de nematoides nas áreas de cultivo.

O nematoide-das-galhas assume importância econômica por causar danos expressivos na maioria das hortaliças cultivadas como alface, mandioquinha-salsa, solanáceas (berinjela, jiló, pimenta, pimentão, tomate) e cucurbitáceas (melão, melancia, abóboras e morangas) (Figura 2).

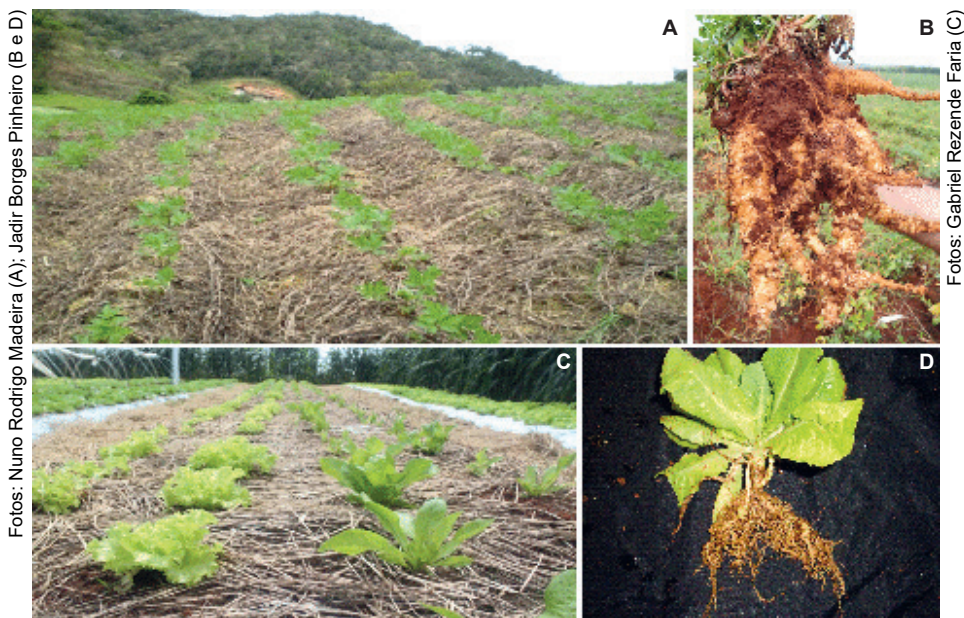


Figura 2. Perdas em cultivos de mandioquinha-salsa (A e B) e alface (C e D) cultivados em SPDH devido à infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

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

O nematoide-das-lesões-radiculares, *Pratylenchus* spp. Filipjev tem sido responsável por perdas significativas na produção, principalmente em áreas onde a rotação de culturas com gramíneas é realizada, seja para o cultivo de grãos (milho, sorgo, entre outros) ou para a formação de palhada (milheto, aveia, entre outros). Da mesma forma, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev tem causado danos na cultura do alho (*Allium sativum* L.) nas principais regiões produtoras do país desde seu primeiro relato em 1980 (Charchar et al.; 1980).

Na tabela 1 e figura 3 encontram-se os principais gêneros de nematoides de importância para hortaliças no Brasil.

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

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

Fotos: Jadir Borges Pinheiro

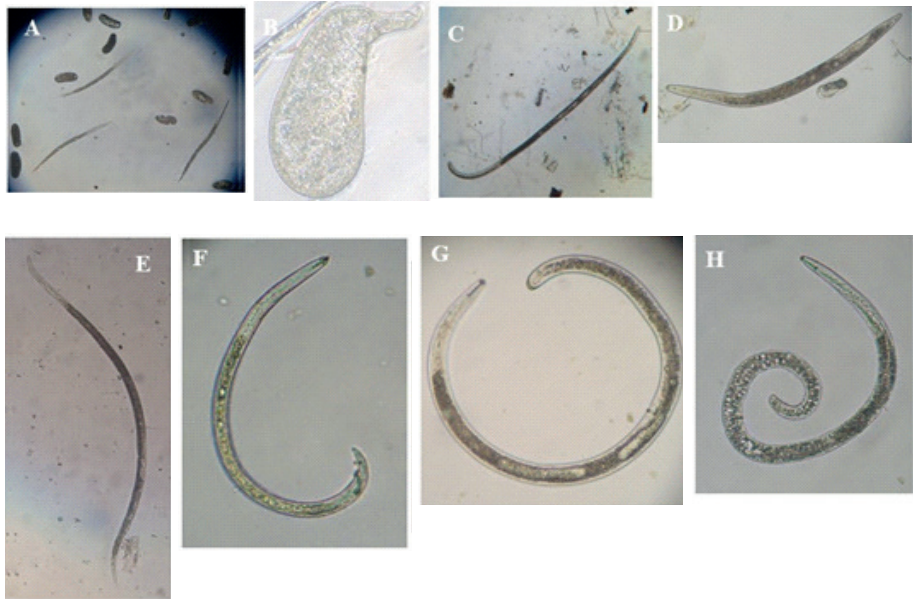


Figura 3. Principais gêneros de nematoides em hortaliças: A - ovos e juvenis de *Meloidogyne* spp.; B - fêmea adulta de *Meloidogyne*; C - macho de *Meloidogyne* spp.; D - *Pratylenchus* sp.; E - *Ditylenchus dipsaci*; F - *Rotylenchulus reniformis*; G - *Scutellonema bradys* e H - *Helicotylenchus dihystera*.

Para a maioria das hortaliças cultivadas não existe registros de produtos nematicidas, o que dificulta e aumenta de maneira expressiva o uso indiscriminado de nematicidas não registrados, os quais geralmente são produtos altamente tóxicos e com um período residual longo em relação ao ciclo das hortaliças cultivadas. Além disso, muitas das hortaliças são consumidas *in natura*, o que aumenta os riscos de contaminação pelo consumidor final.

Manejo de Nematoides sob Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

Na prática, o controle dos nematoides em hortaliças não é tarefa fácil, independentemente do sistema de plantio adotado. Isso porque esses microrganismos são habitantes de solo onde, sob condições favoráveis de

temperatura e umidade, multiplicam-se com rapidez e ficam protegidos da ação de substâncias tóxicas presentes nos agrotóxicos ou produzidas por organismos antagônicos.

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

Na análise de risco da ocorrência de nematoides no SPDH, devem ser considerados fatores inerentes ao patógeno, tais como o ciclo biológico, dinâmica populacional, dispersão, sobrevivência, resistência da planta cultivada, temperatura, pH, teor de matéria orgânica, umidade e nível nutricional do solo, índice de cobertura do solo, quantidade e qualidade da palhada e sequência de culturas empregadas no sistema de rotação. Entretanto, a maioria dos produtores de hortaliças não possuem conhecimento sobre estes fatores e nem sequer tem utilizado um sistema de rotação de culturas adequado para o convívio com os problemas causados por nematoides.

Dessa maneira, para o controle de nematoides, é de grande importância a integração de várias medidas que vão desde a escolha da área de plantio, das mudas até a colheita. Dentre estas medidas, as principais são: prevenir a introdução de nematoides, realizar a rotação de culturas, utilizar plantas antagonistas, eliminar restos culturais e tigueras, eliminar plantas daninhas, utilizar matéria orgânica, variedades resistentes, controle biológico e, em último caso, realizar o controle químico.

Prevenção

A prevenção é a melhor forma de controle de patógenos de solo, em especial os nematoides. Devido ao fato de os nematoides se moverem lentamente no solo, onde a distância percorrida por eles, ao ano, provavelmente não excede poucos metros (Agrios, 2005), sua principal forma de disseminação para áreas não infestadas ocorre de maneira passiva, principalmente ocasionada pela movimentação de solo por meio de máquinas e implementos agrícolas, erosão hídrica ou eólica e material propagativo contaminado. No

SPDH, o menor trânsito de máquinas e implementos, bem como a cobertura permanente do solo, geralmente exerce eficiente controle da dispersão de fitonematoides.

Uma vez que os nematoides são introduzidos na propriedade, o produtor terá que conviver com o problema, já que sua erradicação é praticamente impossível. Dessa forma, os métodos usuais de controle têm como objetivo principal reduzir ou manter as densidades populacionais dos nematoides em níveis baixos, que não causem perdas econômicas (Charchar, 1999).

A utilização de jatos fortes de água para remoção de solo aderido a máquinas e implementos antes da entrada em outras áreas é medida eficiente para evitar a disseminação destes organismos por meio de partículas de solo aderidas aos pneus e demais partes do maquinário. Também, deve-se ter o cuidado na obtenção de mudas que sejam isentas destes patógenos (Figura 4), realizar amostragem sempre que for feito o plantio em novas áreas e se informar sobre o histórico da área de cultivo, buscando-se conhecer quais culturas foram cultivadas anteriormente ao plantio.

Fotos: Raphael Augusto de Castro e Melo



Figura 4. Mudas de tomate aguardando transplântio. No detalhe bandejas no solo (A), passíveis de contaminação com patógenos e suspensas numa estrutura de caminhão tipo baú (B).

Rotação de culturas

A rotação de culturas consiste na principal medida efetiva para o manejo de nematoides no SPDH. Rotacionar cultivos de hortaliças com culturas que não hospedem um determinado patógeno tem como finalidade a diminuição da população destes organismos pela subtração do seu alimento.

No Sistema Plantio Direto (SPD), existem relatos de cultivos que podem ser utilizados em rotação e que proporcionam redução na população de certos nematoides fitoparasitas.

Embora a rotação de culturas seja uma das práticas mais importantes e efetivas na redução de patógenos de solo, *M. incognita* e *M. javanica* apresentam mais de 1.000 espécies de plantas hospedeiras conhecidas. *Meloidogyne incognita*, por exemplo, possui quatro raças (1, 2, 3 e 4), que são caracterizadas por atacar diferentes espécies de plantas.

Assim, em áreas infestadas pela espécie *M. javanica*, sugere-se a rotação com sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.], mamona (*Ricinus communis* L.) e cultivares de milho (*Zea mays* L.) resistentes a esta espécie (Figura 5).



Fotos: Raphael Augusto de Castro e Melo

Figura 5. Rotação de culturas com gramíneas para o manejo do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.): A - Milho consorciado com braquiária (*Urochloa* spp) e B - sorgo.

É importante escolher a espécie e a cultivar correta para plantio em sucessão ao cultivo de hortaliças, pois existem outras espécies de nematoides, como *Pratylenchus* spp., que podem tornar-se grave problema em algumas hortaliças, como tomate e pimentão, elevando seus níveis populacionais durante o ciclo vegetativo destas hospedeiras. Espécies deste gênero apresentam menor número de plantas hospedeiras em relação ao nematoide-das-galhas. Entretanto, multiplicam-se e aumentam seus níveis populacionais de forma rápida em algumas espécies de gramíneas como capim-jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.], campim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.)

e braquiárias [*Urochloa* spp. (Trin.) Griseb], com danos expressivos quando o cultivo de algumas hortaliças, como tomate, pimentão e mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) é realizado em áreas que foram utilizadas como pastagens. É fato que algumas cultivares de milho (*Zea mays*) podem reduzir a população de *Meloidogyne* spp. e de *Rotylenchus reniformis* Linford & Oliveira, no entanto aumentar a de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven.

O milheto apresenta algumas vantagens do ponto de vista fitossanitário, pois reduz a população de importantes fitonematoides em hortaliças, como o reniforme (*Rotylenchus reniformis*) e algumas cultivares reduzem as populações de determinadas espécies de *Meloidogyne*.

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

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

Uso de plantas de cobertura

No SPDH, o uso de cobertura vegetal com plantas não hospedeiras faz com que o solo permaneça úmido por mais tempo durante o período de outono/inverno. Desta forma, formas parasitárias de fitonematoides permanecem ativas. No entanto, por não encontrarem raízes de plantas suscetíveis para parasitar, acabam consumindo suas reservas e morrendo.

Entretanto, dependendo da cultura de cobertura utilizada para formar palhada, algumas espécies de nematoides podem ser favorecidas. Assim, embora o SPD possa viabilizar benefícios para a agricultura, deve-se lembrar

que novos problemas nematológicos surgiram devido à suscetibilidade das culturas de cobertura a alguns importantes fitonematoides para as culturas de verão (Inomoto; Machado; Antedomênico, 2007). Exemplo no caso da soja, o nematoide-das-lesões-radulares (*Pratylenchus brachyurus*) e o das galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*), encontraram no SPD condições favoráveis para sua sobrevivência e até mesmo aumentos nas suas densidades populacionais.

Na região dos Cerrados, além do Sudeste e Sul do Brasil, as principais culturas de cobertura utilizadas para a produção de palhada no SPDH são o milho (*Zea mays* L.), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.], aveias e braquiárias (Madeira, 2009).

Os genótipos de *Panicum maximum* são bons hospedeiros de *P. brachyurus* e devem ser evitados em locais infestados pelo nematoide. Algumas braquiárias, como *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. Webster, *U. decumbens* (Stapf.) R. D. Webster são boas hospedeiras, e outras, como *U. humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga e *U. dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp., são más hospedeiras (Inomoto et al. 2007).

As espécies *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis* (R. Germain & Evrard.) Crins mostraram-se não hospedeiras de *M. javanica* (Brito & Ferraz, 1987a). Neste mesmo trabalho, realizou-se um plantio subsequente, com o tomateiro 'Rutgers', cujo número de galhas por sistema radicular não diferiu entre aquelas diferentes espécies utilizadas como cultura antecessora, ao passo que o tratamento correspondente à testemunha (tomate após tomate) não pode ser comparado, pois as plantas morreram antes da avaliação, em face da alta densidade de inóculo presente no substrato. Os autores concluíram que *U. brizantha* e *U. decumbens*, dentre as espécies testadas, foram as mais promissoras no controle de *M. javanica*, pois apresentaram maior efeito antagonista.

Neste mesmo contexto, em estudo em vaso, que avaliou o potencial de controle dos nematoides *M. incognita* e *M. javanica* por dez espécies de gramíneas forrageiras, foi observada quase a eliminação das duas espécies de nematoides pelo cultivo de *U. brizantha* e *U. decumbens*. Entretanto, o número de galhas e de massas de ovos após o cultivo de *U. ruziziensis* foi

superior às demais espécies. Entre as espécies de gramíneas forrageiras avaliadas, somente *U. brizantha*, *U. decumbens* e as diferentes cultivares de *Panicum maximum* (Colônia, Tanzânia e Vencedor) apresentaram potencial para o cultivo em rotação em áreas infestadas por nematoides-de-galhas (Dias-Arieira, et al., 2003).

Em um trabalho posterior, avaliou-se o efeito dos exsudatos radiculares de *U. decumbens* sobre a eclosão de juvenis de *M. javanica*, cuja taxa foi de 31 e 44% nos tratamentos com e sem aplicação dos exsudatos, respectivamente, os quais diferiram estatisticamente. Dessa forma, verificou-se que o efeito de substâncias liberadas pelas raízes dessa gramínea contribui para a redução da população do nematoide no solo (Brito & Ferraz, 1987b).

Embora algumas gramíneas demonstrem capacidade de suprimir algumas espécies de nematoide-das-galhas (Brito & Ferraz, 1987a; Dias-Arieira et al., 2003), elas podem ser boas hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus* (Inomoto, et al., 2007). As espécies *U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. humidicola*, *U. dyctioneura*, *U. ruziziensis* e o híbrido 'capim Mulato' (*U. ruziziensis* clone 44-6 x *U. brizantha* CIAT 6292) foram avaliados e todos proporcionaram aumento populacional de *P. brachyurus*, ao passo que *Crotalaria spectabilis* suprimiu o nematoide por completo (Inomoto, et al., 2007). Assim, esses autores concluíram que é preciso se levar em conta o efeito das gramíneas em geral sobre *P. brachyurus* como externalidade negativa capaz de comprometer os resultados dessas plantas de cobertura dentro do SPD.

Tanto os sorgos silageiros (*Sorghum bicolor*) como os forrageiros [*S. bicolor* x *S. sudanense* (Piper) Staf.] são bons hospedeiros de *P. brachyurus*. A aveia preta é má hospedeira, mas a aveia branca (*Avena sativa* L.) e a amarela (*A. byzantina* C. Koch.) são boas hospedeiras. Não há informações sobre a resposta dos estilosantes em relação a *P. brachyurus*.

Por outro lado, apesar de existirem poucos estudos sobre a reação do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*) em relação a *P. brachyurus*, eles indicam que é uma planta má hospedeira do nematoide. Igualmente, no caso do milheto (*Pennisetum glaucum*) e da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), que são utilizadas para formar palhada, a literatura registra que

são más hospedeiras de *P. brachyurus* (Inomoto et al., 2006; Ribeiro et al., 2007a). Isso significa que as três plantas abrigam e alimentam *P. brachyurus* em suas raízes, propiciando sua reprodução, porém em níveis baixos.

Uso de plantas antagonistas

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

As plantas antagonistas podem permitir a invasão de nematoides, porém não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta. É o caso das crotalárias, que num primeiro momento funcionam como hospedeiras, atraindo os nematoides para as raízes; entretanto, numa segunda fase, oferecem repelência aos nematoides que penetram ou que estão nas proximidades das raízes. Assim, não ocorre a formação das células gigantes ou células nutridoras (células responsáveis pela alimentação dos nematoides, formadas após a penetração e estabelecimento do sítio de infecção), com inibição do desenvolvimento de juvenis. As crotalárias produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe o movimento dos juvenis. No caso das crotalárias, é recomendável seu cultivo até aproximadamente 80 dias, seguidos pela incorporação da massa verde, pois se deve evitar o início da floração para não dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais fibrosos.

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

As plantas antagonistas, crotalárias e mucunas, podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou serem incorporadas ao solo na forma de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas e químicas do solo por torná-lo mais friável e descompactado estruturalmente, e pela incorporação de fertilizantes naturais. No caso do cravo de defunto, apesar do seu potencial efeito nematicida, esta planta não constitui um adubo verde e as sementes comerciais são adquiridas em envelopes com pequenas quantidades. Portanto, em determinadas situações, principalmente para pequenas áreas contaminadas, seu uso pode ser viável.

Eliminação de restos culturais e tigueras

No SPDH, os restos culturais e tigueras que são deixados na superfície do solo podem criar condições favoráveis à sobrevivência e multiplicação dos nematoides que atacam as culturas e de outros patógenos causadores de doenças às plantas cultivadas. Desta forma, pode haver a inviabilização dos métodos usuais de controle, considerando-se que os nematoides alojados nos restos de raízes nas áreas de plantio tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle.

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

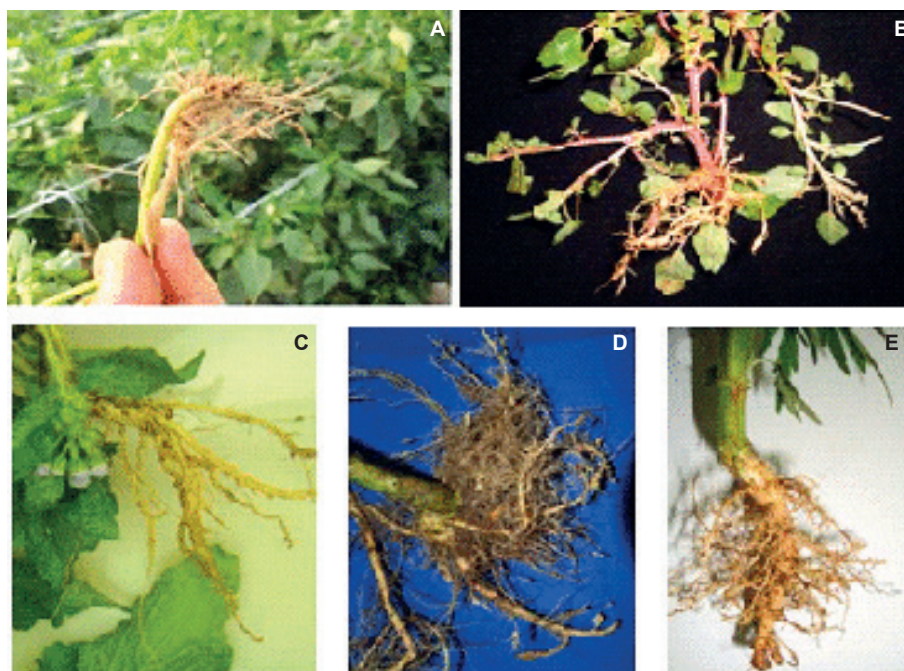
Dessa maneira, o ideal é a retirada de todo sistema radicular de plantios anteriores e efetuar a queima destes restos, principalmente dos sistemas radiculares.

Eliminação de plantas daninhas

Para o controle de nematoides no SPDH, é importante a eliminação de plantas daninhas que crescem após a colheita para que estes patógenos não sejam mantidos no campo até o próximo plantio.

A eliminação de plantas daninhas na safra e entressafra impede o aumento e a manutenção do nematoide nas áreas cultivadas. Por exemplo, carrapicho-rasteiro [*Acanthospermum australe* (Loefl.) Kuntze], picão-preto (*Bidens*

pilosa L.), capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch], capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), corda-de-viola [*Ipomoea nil* (L.) Roth], capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beav.) e beldoegra (*Portulaca oleracea* L.) são boas hospedeiras de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Stekhoven (Costa Manso et al., 1994), enquanto falsa-serralha (*Emilia fosbergii* Nicolson) e juá-bravo (*Solanum sisymbriifolium* Lam.) são boas hospedeira dos nematoides-das-galhas (Charchar, 1999) (Figura 6).



Fotos: Jadir Borges Pinheiro

Figura 6. Raízes de plantas daninhas infectadas por *Meloidogyne* spp.: A - beldoegra (*Portulaca oleracea*); B - caruru (*Amaranthus hybridus* var. *patulus* [Bert.] Thell.); C - mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.); D – joá-de-capote [*Nicandra physaloides* L. (Pers.)] e E – erva-de-macaé (*Leonorus sibiricus* L.).

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

Utilização de matéria orgânica

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

No SPD, pelo fato do solo não ser revolvido, este vai apresentar melhor estrutura e maior quantidade de matéria orgânica, proporcionando um ambiente propício ao desenvolvimento da microbiota, além da micro e macrofauna do solo (Beare Et Al., 1989; Gassen, 1996; Cabanilhas et al., 1999). Neste sentido, a matéria orgânica estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias nematicidas com sua decomposição, que contribuem para a mortalidade destes parasitas.

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

Cultivares resistentes

A utilização de cultivares resistentes para o manejo de nematoides em hortaliças, tanto no sistema convencional quanto no SPDH, é uma das práticas mais importantes para o controle destes patógenos. Cultivares resistentes eliminam o uso de nematicidas, os quais podem oferecer riscos à saúde humana, são de custo relativamente elevado, além de poluir o meio ambiente.

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

Vários genes de resistência a nematoides já foram relatados em hortaliças. Alguns genes conferem resistência a mais de uma espécie de nematoide. Por exemplo, o gene *Mi* em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) confere resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (COOK, 1991). Contudo, este não contempla resistência a *M. enterolobii* Yang & Eisenback e apresenta pouco efeito para *M. hapla* e alguns isolados virulentos de *M. incognita* e *M. arenaria*. Além disso, seu efeito em temperaturas altas (acima de 28° C) pode ser quebrado (Tabela 2). Este gene foi descoberto há mais de 60 anos em um acesso de tomateiro selvagem [*Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill.] (Watts, 1947) e até hoje os programas de melhoramento do país utilizam esta importante fonte para o desenvolvimento de cultivares de tomates resistentes a *Meloidogyne*.

Tabela 2. Gene de resistência *Mi* em tomateiro e a intensidade de seu efeito de resistência em espécies de *Meloidogyne*

Efeito	Pouco efeito	Nenhum efeito
<i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> e <i>M. javanica</i> (Gilbert; Mcguirre, 1956)	<i>M. hapla</i> e isolados virulentos de <i>M. incognita</i> e <i>M. arenaria</i> . Temperaturas superiores a 28 °C (Roberts; Thomason, 1986; Roberts et al., 1990)	<i>M. enterolobii</i> (Carneiro et al. 2006)

Vale ressaltar que apesar da existência de cultivares de tomateiro resistentes, as espécies de nematoide-das-galhas predominantes no Brasil ainda causam prejuízos à cultura. Em tomateiro para processamento industrial no Brasil, em sua totalidade híbridos importados, a grande maioria é resistente, mas algumas espécies e raças de *Meloidogyne* possuem a habilidade de “quebrar” a resistência conferida pelo gene *Mi*, como exemplo *M. enterolobii* com disseminação por praticamente todo território brasileiro e responsável

por danos em diversas culturas, principalmente em cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi*.

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

Controle biológico

Vários organismos presentes no solo são parasitos de nematoides, com ênfase para os fungos (Figura 7) e bactérias, que são os mais promissores organismos de utilização no controle biológico. Existem fungos que produzem armadilhas para capturarem os nematoides, denominados de fungos predadores. Pesquisas com fungos nematófagos vêm sendo realizadas por algumas instituições públicas e privadas no país. A bactéria *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr é um parasito obrigatório de várias espécies de *Meloidogyne*.

Produtos biológicos já existem no mercado, e se espera que em futuro não muito distante sejam amplamente utilizados pelos agricultores como tecnologia incremental na integração das medidas de controle de nematoides em área com cultivos de hortaliças.

Controle químico

As perdas de produção induzidas pela infecção pelo nematoide-das-galhas são geralmente subestimadas nas condições brasileiras devido à utilização indiscriminada de nematicidas em áreas produtoras. Esta utilização de nematicidas permite que quantidades significativas lixiviem



Foto: Jadir Borges Pinheiro

Figura 7. Colônias de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson em meio de cultura, fungo utilizado como agente de biocontrole a nematoides.

pelo solo, podendo contaminar lençóis freáticos que muitas vezes servem como fonte de água para o consumo humano e animal.

Além disso, o uso de nematicidas atualmente em hortaliças, além de ser oneroso e não apresentar registro para a maioria das culturas, é ambientalmente incorreto e não se enquadra dentro do contexto de sustentabilidade. Outro fator importante é que a maioria das hortaliças, principalmente as folhosas, apresentam ciclos curtos e são consumidas *in natura*, o que aumenta os riscos de contaminação pelo consumidor.

Finalmente, é importante ressaltar que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios. Por outro lado, a integração das diferentes práticas no SPDH certamente levará o produtor de hortaliças a obter produtos de qualidade, com vantagens econômicas e com benefícios ao consumidor e ao meio ambiente.

Considerações finais

Vale ressaltar a extensão dos benefícios do plantio direto para o produtor de hortaliças. Entretanto, comparando-se o Sistema Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) com o convencional, verifica-se que duas características do primeiro podem favorecer a multiplicação dos nematoides: a redução dos danos mecânicos e da exposição ao sol e a altas temperaturas, que ocorrem durante o preparo do solo com arado e/ou grade, bem como a maior disponibilidade de alimento para o nematoide, pois as culturas de cobertura podem ser suas hospedeiras (Ferraz, 2006).

Já no plantio convencional, a incidência de nematoides pode ser menor onde se tem o preparo do solo com uso de arado e/ou grade com aumento da velocidade de degradação das raízes nas quais o nematoide encontra abrigo, além da mortalidade do nematoides por dessecação ou exposição direta ao sol.

Por outro lado, o SPDH cria condições desfavoráveis à etapa de disseminação, pela redução da movimentação do solo e diminuição da erosão laminar, dois dos principais agentes do processo.

Também deve ser considerada no SPDH a melhoria na estrutura do solo e maior quantidade de matéria orgânica, proporcionando um ambiente propício ao desenvolvimento da microbiota, além da micro e macrofauna do solo, o que estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias nematicidas com sua decomposição, que contribuem para a mortalidade destes organismos.

Todavia, no setor produtivo de hortaliças, continua válida a aplicação e a implementação de sistemas para reduzir a disseminação de nematoides, destacando-se assim mais uma vez o SPDH.

Literatura citada

AGRIOS, G. N. Plant Pathology. 5 ed. Burlington: ElsevierAcademic Press, 2005.

BASTOS FILHO, G.; NAKAZONE, D.; BRUGGEMANN, G.; MELO, H. Rally da safra 2007: uma avaliação do plantio direto no Brasil. Disponível em: <http://plantiodireto.com.br/?body=cont_inteid=823>. Acesso em: 24 de jul. 2016.

BRITO, J. A.; FERRAZ, S. Seleção de gramíneas antagonistas a '*Meloidogyne javanica*'. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 260-269, 1987a.

BRITO, J. A.; FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. Guiné a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 270-285, 1987b.

BEARE, M. H.; BLAIR, J. M.; PARMELLE, R. W. Resource quality and trophic responses to simulated throughfall: effects on decomposition and nutrient flux in a no-tillage agroecosystem. **Soil Biological Biochemistry**, v. 21, n. 8, p. 1027-1036, 1989.

CABANILHAS, H. E.; BRADFORD, J. M.; SMART, J. R. Effect on tillage system, soil type, crop stand, and crop sequence on reniform nematodes after harvest. **Nematropica**, v.29, n.2, p.137-146, 1999.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, R. S.; ALMEIDA, C. A.; GIORIA, R. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à *Meloidoginose* no estado de São Paulo. **NEMATOLOGIA BRASILEIRA**, v. 30, n. 1, p. 81-86, 2006.

CHARCHAR, J. M. NEMATOIDES EM HORTALIÇAS. Circular técnica 18, Embrapa hortaliças, nov. 1999.

CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S.; SOBRINHO MENEZES, J. A.; LOPES, C. A. Nematóide fitoparásita associada à planta de alho (*Allium sativum* L. e *A. ampeloprasum* L.), coletados nos principais estados produtores do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 105-114, 1980.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; MIZOBUTSI, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, p. 473-477, 2003.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 95, p. 23-27, 2006.

GASSEN, D. N. Bioecologia de insetos de solo no sistema de plantio direto. Anais do II Curso Intensivo sobre Plantio Direto na Palha. Fundação ABC – Ponta Grossa-PR, Brasil (ed.), p. 96-110, 1996.

GILBERT, J. C.; MCGUIRRE, D. C. Inheritance of resistance to severe root-knot from *Meloidogyne incognita* in commercial-type tomatoes. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 68, p. 437-442, 1956.

INOMOTO, M. M., MOTTA, L. C. C., MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C. S. S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 151-157, 2006.

INOMOTO, M. M., MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 341-344, 2007.

MADEIRA, N. R. Inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistemas de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S4024-S4032, ago. 2009. CD-ROM.

RIBEIRO, N. R., DIAS, W. P., HOMECHIN, M., SILVA, J. F. V., FRANCISCO, A.; LOPES, I. O. N. Reação de algumas espécies vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, p. 157, 2007.

ROBERTS, P. S.; DALMASSO, A.; CAP, G. B.; CASTAGNONE-SERENO, P. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of Mi gene compatible *Meloidogyne* populations. **Journal Nematology**, v. 22, p. 585-589, 1990.

ROBERTS, P. A.; THOMASON, I. J. Variability in reproduction of isolates of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on resistant tomato genotypes. **Plant Disease Reporter**, v. 70, p. 547-551, 1986.

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

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060,
trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.351-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2019): 1.000 exemplares



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. T. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonado

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Supervisor Editorial

George James

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Tratamento de ilustrações

André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbêro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Agnaldo D. F. de Carvalho

CGPE 15797