

Combate integrado

Na luta contra nematoides em pimenta, que têm na espécie *Meloidogyne incognita* a principal causadora de danos, a prevenção se apresenta como o melhor caminho. Amostragem para diagnóstico, emprego de alqueive, rotação de culturas, eliminação de plantas daninhas e tigueras, solarização, uso de plantas antagonistas e de material genético resistente integram as medidas previstas para se realizar o manejo integrado desses fitoparasitas

Fotos: Jadir Borges Pinheiro



Um dos principais fatores que afetam a produção de pimentas é a ocorrência de doenças nas diferentes regiões produtoras e com diversas origens etiológicas como fungos, bactérias, vírus e nematoides.

Nos solos agrícolas geralmente existe uma comunidade complexa de diferentes espécies de nematoides. Alguns se alimentam de bactérias ou fungos com importância na decomposição e reciclagem de

nutrientes, outros são predadores ou onívoros. No entanto, uma parcela substancial da comunidade de nematoides do solo alimenta-se diretamente nas raízes das plantas, às vezes causando doenças.

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

família Solanaceae.

A quantidade de danos causados pelos nematoides depende de uma série de fatores. Provavelmente o mais importante é a espécie presente em determinada área de cultivo. Porém, outros fatores também influenciam os prejuízos causados em plantios comerciais de pimenta, como densidade populacional de nematoides, cultivar de pimenta, temperatura e tipo de solo, fertilidade, culturas anteriores

ao plantio da pimenta e as práticas agrícolas adotadas.

No mundo, os maiores prejuízos na cultura da pimenta são atribuídos ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne*). Porém, ocasionalmente, outros nematoides podem ser associados à cultura como *Aphelenchoides*, *Aphelenchus avenae*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Criconeimoides*, *Helicotylenchus dihystera*, *Paratrichodorus minor*, *Mesocriconema* spp., *Nacobbus aberrans*,

Pratylenchus penetrans, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Radopholus similis*, *Trichodorus* spp., *Tylenchorynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema* spp.

Vale salientar que em uma amostra de solo de cultivos de pimenta pode haver nematoides pertencentes a vários gêneros e espécies. Porém, muitos não causam danos ou ameaça significativa.

NEMATOIDE-DAS-GALHAS

O nematoide-das-galhas *Meloidogyne incognita* é uma das espécies de maior importância que causa danos em pimenta. Possui ampla gama de hospedeiros, que incluem principalmente hortaliças solanáceas como pimentão, jiló, berinjela e tomate. *M. incognita* está presente em praticamente todo o mundo, principalmente em regiões de clima quente, incluindo as regiões tropicais e subtropicais. Entretanto, outras espécies como *M. hapla*, *M. javanica* e *M. arenaria* também ocorrem em cultivos de pimenta (McSorley & Thomas, 2003). Em hortaliças, outra espécie de nematoide-das-galhas, *M. enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*), vem causando prejuízos. Esta espécie foi detectada pela primeira vez no Brasil parasitando porta-enxerto de pimentão Silver e tomateiros resistentes à meloidoginose (cultivares Andrea e Débora) no estado de São Paulo (Carneiro *et al.*, 2006) e representa séria ameaça às pimentas cultivadas no país.

SINTOMAS

Sintomas de infecções causadas pelos nematoides na parte aérea das plantas incluem nanismo, murcha, clorose (Figura 1), além de deficiên-



Figura 1 - Clorose na parte aérea de plantas de *Capsicum* (A). Com o arranquio da planta constata-se a presença de galhas nas raízes devido à infestação por *Meloidogyne* sp. (B)

cia nutricional, tamanho reduzido de frutos e consequentemente baixo rendimento da cultura.

Os nematoides-das-galhas são endoparasitos que ao penetrarem nas raízes das plantas estabelecem um sítio de alimentação e a formação de células gigantes ao redor deste sítio. Paralelamente ocorre a formação das galhas nas raízes que são sintomas característicos devido à penetração e infecção por *Meloidogyne* spp. Geralmente as galhas em plantas de pimenta são bem menores quando comparadas com galhas que ocorrem em outras hortaliças como o tomateiro (Figura 2).

Massas de ovos (Figura 3A) de coloração variando de marrom a preta acima das galhas podem ser visualizadas e, ao dessecar estas raízes fêmeas com formato piriforme, podem ser extraídas (Figura 3B).

Falhas no estande de plantas além da presença de reboleiras podem ocorrer em áreas onde os níveis

populacionais são altos. Além disso, as raízes gravemente danificadas por nematoides-das-galhas podem ser invadidas por fungos e bactérias que potencializam os danos e causam o seu apodrecimento.

CICLO DE VIDA

O ciclo de vida dos nematoides-das-galhas tem início com a formação do ovo (Figura 4), e durante este ciclo estes organismos passam por quatro estádios juvenis antes de se tornarem adultos. A primeira ecdise ou troca de cutícula (revestimento externo do corpo do nematoide) ocorre no interior do ovo. Em seguida o juvenil de 2º estágio (J2) (Figura 4) eclode do ovo e vai para o solo, onde encontra e penetra diretamente em uma raiz.

Os J2 são vermiformes e medem cerca de 0,3mm a 0,5mm, podendo variar com a espécie de *Meloidogyne*. Apenas o J2 do nematoide-das-galhas é infectivo e movimenta-se

por entre as partículas de solo em busca de raízes das plantas hospedeiras. O juvenil penetra geralmente pela ponta (coifa) em crescimento e migra entre as células até estabelecer um local de alimentação nas células. Neste momento torna-se um endoparasito sedentário. Secreções produzidas pelas glândulas esofágicas do nematoide estimulam a formação de várias células gigantes nas raízes parasitadas, que fornecem nutrientes para os nematoides durante todo o ciclo. Os nematoides aumentam rapidamente de tamanho e passam pelas ecdises transformando em juvenis de 3º (J3) e 4º estádios (J4), e finalmente em adultos.

Quando adultos, os machos migram para fora da raiz e não se alimentam.

Uma fêmea produz durante o ciclo centenas de ovos, podendo chegar a mais de mil, dependendo das condições ambientais. Estes são depositados em uma massa de ovos externamente às raízes, na superfície das galhas (Figura 3A), onde ficam presos em uma mucilagem protegidos contra dessecação e outras condições adversas.

O ciclo de *Meloidogyne* spp., de ovo a ovo, leva de três a quatro semanas no verão, podendo ser estendido, no inverno, até sete semanas. Assim, a duração do ciclo de vida é fortemente dependente da temperatura e aumenta conforme a

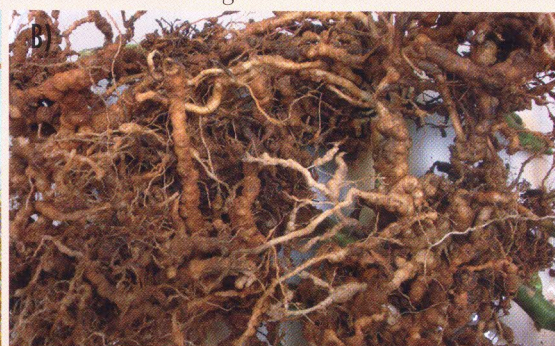


Figura 2 - Galhas nas raízes de pimenta (A) e galhas em raízes de tomateiro (B) devido à infestação por *Meloidogyne* spp.

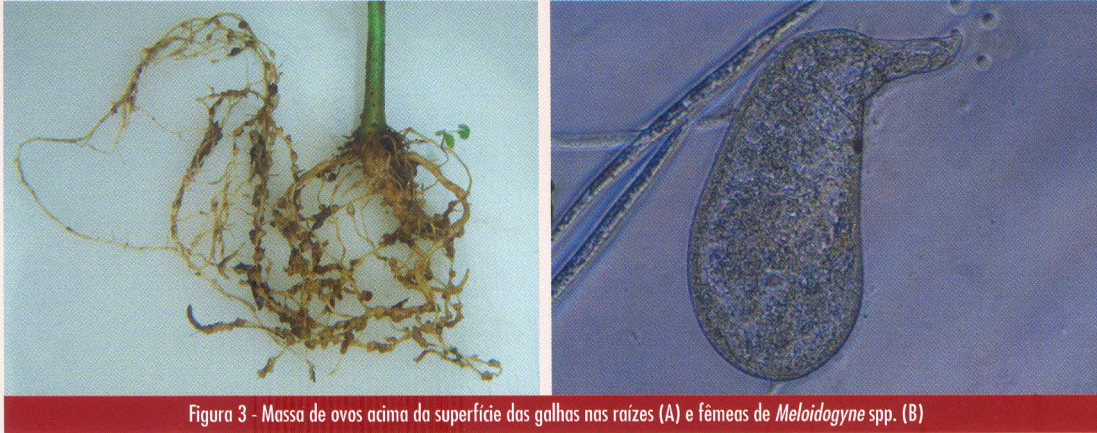


Figura 3 - Massa de ovos acima da superfície das galhas nas raízes (A) e fêmeas de *Meloidogyne* spp. (B)

temperatura do solo diminui.

A sobrevivência do nematoide-das-galhas e a realização do ciclo de vida dependem do crescimento bem-sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais.

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

CONTROLE

A prevenção é a melhor forma de controle de patógenos de solo, em especial dos nematoides, pois mantém a área de cultivo livre desses patógenos, uma vez que introduzidos, sua erradicação é praticamente impossível. Desta forma, os métodos usuais de controle têm como objetivo principal reduzir ou manter as densidades populacionais dos nematoides a níveis que não causem danos econômicos.

O plantio de mudas de pimenta livres de nematoides fitoparasitas em solos não contaminados é essencial para manter este grupo de patógenos fora da área de cultivo, pois se reduz drasticamente a possibilidade de se introduzir estes patógenos na lavoura (Figura 5)

Deve-se também ter o cuidado de desinfestar máquinas e implementos agrícolas. Estes equipamentos, quando sujos, podem espalhar

partículas de solo contaminadas com nematoides, disseminando este parasito em áreas de cultivo não contaminadas. Assim, a remoção de solo aderido aos pneus e demais partes dos maquinários é eficiente para reduzir a disseminação desses organismos.

Além disso, o cuidado com a água de irrigação é de extrema importância, pois os nematoides podem ser disseminados por água de irrigação proveniente de mananciais contaminados.

ALQUEIVE

O alqueive consiste em deixar a área sem vegetação (cultura ou plantas daninhas) por um período prolongado, um ou dois anos, para que a população de nematoides seja reduzida a níveis abaixo do limite de dano econômico. O solo deverá ser mantido sem vegetação com práticas de capinas manuais, arações, gradagens e com o emprego associado de herbicidas. O alqueive reduz a população não só dos nematoides-das-galhas, como de outras espécies destes parasitos pela ação dos raios solares. A eficiência do alqueive vai depender de sua duração, da temperatura, da umidade do solo e da espécie de nematoide envolvida. É recomendável deixar certo nível de umidade no solo, chamado de alqueive úmido, permitindo a eclosão dos ovos e o movimento dos juvenis das espécies de nematoides presentes. Com a movimentação, os juvenis consumirão mais suas reservas energéticas e morrerão por inanição. Apesar das vantagens, o alqueive é uma prática que possui o inconveniente do custo. Além do gasto para manter o solo limpo

e sem produzir por determinado tempo, existe o favorecimento de erosões em regiões com ocorrência de chuvas elevadas. Portanto, deve-se ter cautela na adoção da prática.

ELIMINAÇÃO DE TIGUERAS E DANINHAS

Assim como os restos de cultura, as tiguerras (plantas da cultura que nascem e se desenvolvem de forma involuntária no campo) e plantas daninhas também podem hospedar nematoides comuns às pimentas, servindo como fonte de inóculo para cultivos sucessivos. Portanto, recomenda-se a eliminação destas plantas por meio do arranquio e destruição, sem incorporação ao solo.

SOLARIZAÇÃO

Esta prática consiste em cobrir o solo úmido com uma camada de lona transparente, geralmente de polietileno (50µm a 100µm), permitindo a entrada dos raios solares que promovem o aquecimento do solo nas camadas mais superficiais. Este aquecimento reduz significativamente a população dos nematoides e de outros patógenos do solo,



Figura 4 - Ovos em diferentes estágios de embriogênese e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne* spp.

além de promover um controle parcial de plantas daninhas. A eficiência da solarização e a temperatura do solo são reduzidas à medida que a profundidade aumenta. Porém, efeitos positivos são obtidos com a cobertura do solo por um período de três a oito semanas, condições em que a temperatura do solo chega a atingir de 35°C a 50°C até os 30 centímetros de profundidade, dependendo do tipo de solo.

A eficiência da solarização pode ser potencializada quando associada à incorporação de matéria orgânica ao solo, antes do início do tratamento. Entre as vantagens desta associação, encontra-se o fato de que o calor proporcionado pela solarização pode acelerar o processo de decomposição dos resíduos orgânicos no solo, aumentando ainda mais a temperatura. Além disso, com a decomposição da matéria orgânica há também o aumento da população de inimigos naturais dos nematoides e liberação de substâncias nematicidas que proporcionam um aumento da eficiência da solarização.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas é uma das práticas mais importantes recomendadas para a redução de inóculo de nematoides em áreas infestadas. Inicialmente é necessário identificar a espécie de nematoide para recomendar uma cultura que não seja hospedeira. Em casos de plantios consecutivos com plantas hospedeiras, de dois a três anos, em uma mesma área em que haja incidência do nematoide-das-galhas, pode haver uma explosão dos níveis populacionais destes organismos, inviabilizando desta forma a área para cultivos subsequentes. Entretanto, a rotação é bastante difícil, pois *M. incognita* apresentam mais de mil espécies de plantas hospedeiras conhecidas. Além disso, possui quatro diferentes raças (1, 2, 3 e 4) caracterizadas por atacar diferentes espécies de plantas.

A rotação de culturas com espécies não hospedeiras de determinado nematoide tem como finalidade eliminar total ou parcialmente estes organismos pela subtração do seu alimento. Assim, em áreas infes-

tadas por *M. incognita* sugere-se a rotação com algumas cultivares de milho e sorgo resistentes, braquiárias (*Brachiaria* spp.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), mamona (*Ricinus communis* L.) e outras plantas hospedeiras. Quanto maior for o grau de infestação mais prolongado deve ser o período de rotação.

PLANTAS ANTAGONISTAS

A utilização de plantas antagonistas tem mostrado resultados expressivos na redução dos níveis populacionais de nematoides em diferentes culturas. Crotalárias, cravo-de-defunto e mucunas são exemplos de plantas antagonistas que são utilizadas no controle de nematoides. Merece destaque o fato de que *C. juncea* e mucunas têm comprovada eficácia para *M. incognita* e *M. javanica*, por serem más hospedeiras, porém, podem causar aumento das densidades populacionais em determinados casos quando as condições são favoráveis ao nematoide.

As plantas antagonistas podem permitir a invasão de nematoides, porém, não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta. É o caso das crotalárias, que funcionam como hospedeiras atraindo os nematoides para as raízes. Contudo, 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 nutritoras (células responsáveis pela alimentação dos nematoides, formadas após a penetração e estabelecimento do sítio de infecção), com inibição do desenvolvimento de juvenis. As crotalárias também produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe



Figura 5 - Mudas de *Capsicum* contaminadas com *Meloidogyne* sp. Raízes com inúmeras galhas e massas de ovos

o movimento dos juvenis. É recomendável o cultivo das crotalárias por aproximadamente 80 dias, seguido da incorporação da massa verde, evitando o início da floração para não dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais de difícil decomposição. No caso do cravo-de-defunto, ocorre a liberação de alfatertienil e outras substâncias com ação tóxica sobre os nematoides. As plantas antagonistas, crotalárias e mucunas podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou incorporadas ao solo na forma de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas e químicas do solo e incorporação de fertilizantes naturais.

USO DE MATERIAL ORGÂNICO

Materiais orgânicos favore-

cem o crescimento vigoroso das plantas possibilitando uma maior tolerância ao ataque de nematoides. Além disso, a matéria orgânica propicia o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais, além de liberar substâncias tóxicas aos nematoides com sua decomposição contribuindo para sua mortalidade. A matéria orgânica funciona como condicionador do solo, favorecendo as propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de nutrientes, como nitrogênio.

O esterco de gado ou de galinha, palha de café, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de brássicas e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos. Sempre que possível estes materiais devem ser esterilizados antes de aplicados, principalmente em novas áreas de

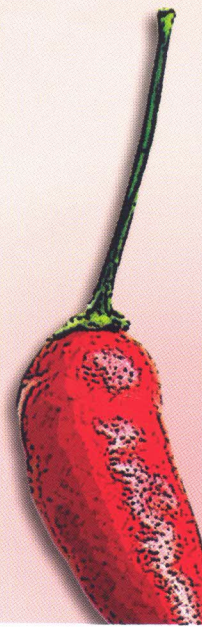




Figura 6 - Cultivar de pimenta BRS Sarakura com resistência a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*

cultivo, pois podem ser fonte de disseminação de fitopatógenos.

CULTIVARES RESISTENTES

Sempre que possível, o produtor deve utilizar cultivares resistentes ou tolerantes às doenças. Dentre as principais demandas dos produtores de pimenta levantadas por extensionistas e pesquisadores no Brasil destaca-se a existência de cultivares de pimenta com resistência a doenças (Reifschneider & Ribeiro, 2008).

O melhoramento de *Capsicum* na busca por resistência a nematoides tem papel importante no seu manejo. A utilização de

variedades resistentes, juntamente com outras práticas culturais, apresenta grande relevância para o controle dos nematoides, e tem como vantagens não oferecer riscos à saúde humana, ser de custo relativamente baixo e não poluir o ambiente.

Neste contexto, a Embrapa Hortaliças vem trabalhando desde 2008, em seu banco de germoplasma, na busca por fontes de resistência ao nematoide-das-galhas. Os resultados obtidos até o momento são bastante promissores, com detecção de fontes de resistência a algumas espécies de *Meloidogyne* em cultivares lançadas e perspectivas de lançamentos de outras variedades de pimenta resistentes no futuro próximo.

Uma cultivar de pimenta BRS Sarakura com resistência a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* (Figura 6) e cinco cultivares BRS Mari, BRS Moema, BRS Garça, BRS Brasilândia e BRS Seriema, todas com resistência a *M. javanica*, já foram desenvolvidas e lançadas pela Embrapa.

Contudo, estas cultivares apresentam suscetibilidade a *M. enterolobii*. Assim, a busca por genótipos de pimenta resistentes a esta espécie, bem como o desenvolvimento e a adoção de estratégias de controle para evitar a infestação de novas áreas, é essencial, visto que em *Capsicum* spp., relatos de danos causados por *M. enterolobii* têm sido mais frequentes a cada ano.

REMOÇÃO E DESTRUIÇÃO DE RESTOS CULTURAIS

Muitos nematoides permanecem viáveis em restos de cultura, servindo como fonte de inóculo para os próximos cultivos. Assim, a remoção das raízes infectadas da área logo após a colheita é uma estratégia simples e importante para a redução do inóculo na área antes do próximo plantio. Os restos de raízes devem ser amontoados e secos para finalmente serem queimados.

Não é recomendada a manutenção e incorporação de restos infectados de raízes de pimenta

na área cultivada, por inviabilizar os métodos usuais de controle, considerando que os nematoides alojados em tecidos de restos culturais tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle.

CONTROLE QUÍMICO

Atualmente não existem produtos nematicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para uso em pimentas.

AMOSTRAGEM PARA DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da espécie de nematoide envolvida é feito pela análise de amostras de solo e raízes, em laboratório especializado, com o objetivo de conhecer a quantidade destes organismos no solo, antes do plantio e em fases posteriores de desenvolvimento da cultura.

Na coleta de amostras, pequenas porções de solo, de 200g, e algumas raízes compõem cada amostra simples. Recomenda-se coletar em torno de 15 a 20 amostras simples (subamostras) por hectare. À medida que se caminha em zigue-zague pela área suspeita, as subamostras de solo deverão ser coletadas em profundidades de 20cm a 30cm ao redor das plantas. Em seguida, as subamostras devem ser homogeneizadas para formar uma amostra composta (400 gramas a 500 gramas), que deverá ser acondicionada em saco de polietileno, juntamente com 200 a 300 gramas de raízes coletadas aleatoriamente. A amostra composta deve ser identificada e enviada para um laboratório especializado. Para áreas extensas e irregulares, é recomendável sua divisão em quadrantes e de cada quadrante deverá ser retirada uma amostra composta. Caso não seja possível enviar as amostras no mesmo dia, devem ser armazenadas e mantidas em temperaturas entre 10°C e 15°C, ou deixadas à sombra para que não ocorra o ressecamento, que dificulta o correto diagnóstico em laboratório. 

Jadir Borges Pinheiro e
Ricardo Borges Pereira,
Embrapa Hortaliças

