

# Nematoide-das-galhas: importante patógeno para a cultura do tomateiro

## Introdução

Os nematoides-das-galhas, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são as espécies com maior distribuição em tomateiro. Elas podem ocorrer em vários tipos de solo, mas causam prejuízos econômicos com maior intensidade em regiões quentes e que apresentam solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica.

Outra espécie de nematoide-das-galhas que tem causado problemas em várias culturas no Brasil e no mundo, inclusive na cultura do tomateiro é *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback (sin: *M. mayaguensis* Rammah & Hirschmann). No Brasil, em hortaliças, *M. enterolobii* foi detectado pela primeira vez no Estado de São Paulo em plantas de tomateiro e pimentão resistentes a outras espécies de *Meloidogyne* (Carneiro et al. 2006). Desde então, esta espécie vem causando perdas nessas hortaliças em diversos municípios do país.

Fatores como temperatura, umidade, textura do solo e nível de resistência ou suscetibilidade de cultivares influenciam na dinâmica populacional dos nematoides. Os danos causados por qualquer espécie de nematoide dependem da densidade populacional deste fitoparasita em relação à massa de raízes e também do vigor da planta de tomateiro em tolerar altas populações. O estresse induzido pelo parasitismo de nematoides pode influenciar direta ou indiretamente o rendimento e a sobrevivência de plantas de tomateiro, uma vez que as raízes são danificadas e o tamanho e vigor das plantas são reduzidos, colocando desta forma plantas parasitadas em desvantagem em relação às plantas adjacentes na disputa por água, nutrientes e luz.

## Sintomas

Com sua atividade de penetração nas raízes das plantas os nematoides-das-galhas estimulam uma resposta da planta, com aumento no tamanho e na quantidade das células que ocorrem nas raízes invadidas pelos juvenis de segundo estágio (J2), formando desta maneira as galhas. Após várias invasões nas raízes, por inúmeros juvenis, as galhas formadas apresentam forma alongada e com aspecto de inchaços ao longo do sistema radicular (Figura 1). Também, o transporte de nutrientes e sais minerais das raízes para a parte aérea das plantas é afetado, resultando em murchas e deficiências nutricionais. Os

Jadir Borges Pinheiro

Pesquisador Dr. em Fitopatologia  
Embrapa Hortaliças

Ricardo Borges Pereira

Pesquisador Dr. em Fitopatologia  
Embrapa Hortaliças

sintomas no campo podem apresentar-se na forma de reboleiras (Figura 2) de formato irregular com plantas raquíticas, murchas e amarelecidas.

FIGURA 1. Galhas causadas pelo ataque do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em raízes de tomateiro. (Foto: Jadir Borges Pinheiro)



FIGURA 2. Reboleira observada em campo de produção de tomate devido a infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

(Foto: Ailton Reis)



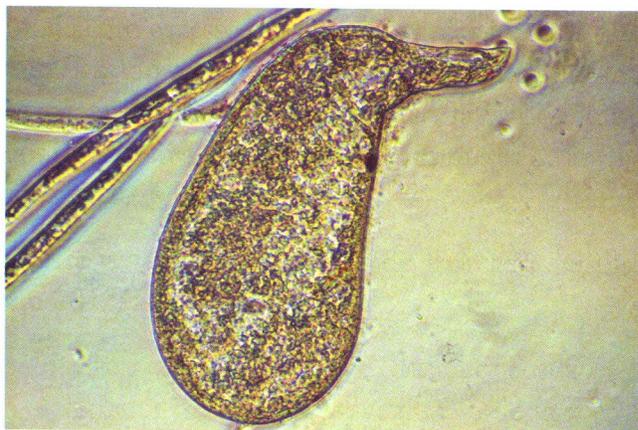
### Biologia e Epidemiologia do nematoide-das-galhas

*Meloidogyne* tem uma ampla gama de hospedeiros entre as plantas cultivadas. Na entressafra, se as condições ambientais forem favoráveis, ele pode sobreviver em muitas plantas infestantes, como arrebenta cavalo (*Solanum aculeatissimum*), melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia*), entre outras.

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

As fêmeas de *Meloidogyne* (Figura 3) encontram-se parcialmente ou completamente imersas nas raízes, onde depositam uma massa de ovos unicelulares envoltos por uma mucilagem que os une e protege da dessecação e de outras condições adversas.

FIGURA 3. Fêmea de *Meloidogyne* sp. com formato de cabaça. (Foto: Frederick M. Aguiar)



Uma massa de ovos (Figura 4) pode conter de 100 a mais de 1.000 ovos. O desenvolvimento do juvenil no interior dos ovos começa dentro de algumas horas após a sua deposição.

FIGURA 4. Massa de ovos (pontos pretos) na superfície das galhas em raízes de tomateiro parasitadas por *Meloidogyne* sp. (Foto: Jadir B. Pinheiro)

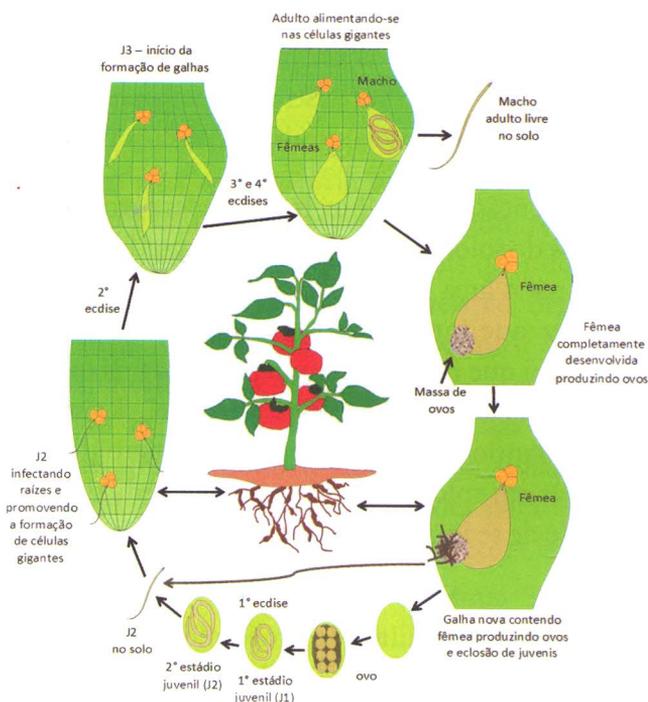


Dentro do ovo há a formação do primeiro juvenil (J1). Depois de uma ecdise, ainda dentro do ovo, são formados juvenis de segundo estágio (J2). Em seguida, ocorre a eclosão dos J2 e estes se movem dentro da massa de ovos ou migram para o solo até encontrar uma ponta de raiz nova, orientados por exsudados liberados pelas raízes. Os juvenis penetram na raiz, geralmente pela região da coifa, e migram intra e intercelularmente através do córtex da raiz. Ao chegar a um local de alimentação, tornam-se sedentários e iniciam a formação de células gigantes multinucleadas, das quais irão se alimentar. Os nematoides desenvolvem, e passam por mais três sucessivas ecdises, até o estágio adulto.

Em geral, os danos causados pelo nematoide-das-galhas são mais graves em solos de textura arenosa em comparação aos solos argilosos. O ciclo de vida (Figura 5) varia em torno de 21 a 45 dias, dependendo das condições climáticas e da espécie de nematoide envolvida. Os J2 e os ovos são estádios de sobrevivência para estas espécies e podem sobreviver no solo com umidade adequada e plantas hospedeiras favoráveis. Também entram em estado de dormência em condições desfavoráveis, ou seja, principalmente quando o solo estiver seco e sem plantas hospedeiras de tomateiro ou outras espécies vegetais.

Dependendo da época do plantio e temperatura, mais de uma geração por estação de cultivo podem ser produzidas. Exemplo, em climas quentes, quatro ou cinco gerações do nematoide podem se desenvolver em uma única estação de crescimento da cultura.

FIGURA 5. Ciclo de vida de *Meloidogyne* em raízes de tomateiro. (Adaptado de Agrios, 2005. Arte: Ricardo Borges Pereira)



Devido ao fato dos nematoides se moverem lentamente no solo, onde a distância percorrida por eles durante o ano provavelmente seja de pouca importância, sua principal forma de disseminação é a passiva, dada pela movimentação do solo, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e, principalmente, por mudas de tomateiro contaminadas. Esta última é responsável pela contaminação de áreas a longas distâncias.

### Manejo do nematoide-das-galhas

Para o controle do nematoide-das-galhas, é de grande importância a integração de várias práticas que vão desde a produção das mudas até a esco-

lha, da área de plantio. Dentre essas, as principais são: a prevenção, rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, uso de matéria orgânica, eliminação de restos culturais, solarização e o plantio de variedades resistentes.

### Prevenção

A prevenção é a melhor forma de controle de patógenos de solo, em especial os nematoides. A ideia é manter a área de cultivo livre desses patógenos, uma vez que introduzidos na propriedade, o produtor terá que conviver com o problema, já que sua erradicação é praticamente impossível. Desta forma, o plantio de mudas livres de nematoides fitoparasitas em solos não contaminados reduz a possibilidade de se introduzir estes patógenos na lavoura.

Deve-se também ter o cuidado de desinfestar ferramentas, máquinas e implementos agrícolas que possam disseminar nematoides juntamente com partículas de solo aderidas aos pneus e demais partes do maquinário para áreas de cultivo não contaminadas.

Outra medida preventiva que deve ser considerada é o cuidado com a água de irrigação. Deve-se evi-

tar a utilização de água de mananciais existentes em baixadas onde há o escoamento de água contaminada de outras lavouras.

### Rotação de culturas

Essa prática, apesar de bastante utilizada e eficaz, deve ser realizada com muito critério, pois *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* apresentam mais de 1.000 espécies de plantas hospedeiras conhecidas. A existência de raças para algumas espécies de *Meloidogyne* com gama de hospedeiras diversas tem dificultado o emprego dessa técnica, o que geralmente tem limitado a escolha de plantas para o esquema de rotação e inviabilizado a adoção desta prática. Assim, em áreas infestadas pelo nematoide-das-galhas, recomenda-se a rotação com mamona, *Crotalaria spectabilis*, algumas variedades de milheto e cultivares de milho resistente a esta espécie. A alternância destas plantas nos esquemas de rotação pode melhorar a eficiência desta prática.

Geralmente a rotação de culturas com plantas não hospedeiras como gramíneas reduz eficientemente as populações do nematoide-das-galhas.

## Alqueive

O alqueive consiste em manter o terreno limpo sem a presença de culturas ou plantas invasoras que possam hospedar os nematoides. O solo permanece sem vegetação com práticas de capinas manuais, arações e gradagens periódicas em intervalos geralmente de 20 dias e/ou com o emprego de herbicidas, por um período de três meses. O alqueive reduz a população dos nematoides pela ação dessecante do sol e ventos. Este método é bastante promissor para regiões quentes e de baixa precipitação. Porém, apresenta como desvantagens o custo da manutenção do solo limpo e o favorecimento da erosão em regiões com altas precipitações.

Consequentemente, essa prática deve ser planejada de modo a reduzir a população dos nematoides e, concomitantemente, reduzir os impactos causados pela exposição ao sol e chuvas ao solo sem vegetação.

## Plantas antagonistas

A utilização de plantas antagonistas é prática que, na última década, tem mostrado resultados expressivos na redução dos níveis populacionais de nematoides em diferentes culturas. Crotalárias

(*Crotalaria spectabilis*, *C. juncea*), cravo-de-defunto (*Tagetes patula*, *T. minuta*, *T. erecta*) e mucunas (*Esti-zolobium* spp.) são exemplos de plantas antagonistas utilizadas com sucesso no controle de nematoides. A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) destaca-se por comportar-se como hospedeira desfavorável para *M. incognita* e *M. javanica*, ou seja, permite pequena reprodução dessas espécies, porém podem aumentar as densidades populacionais quando as condições ambientais forem 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 em um primeiro momento funcionam como hospedeiras atraindo os nematoides para as raízes; entretanto, numa segunda fase, oferecem repelência aos nematoides que penetram ou que estão próximos às 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 destes organismos no interior das raízes), com inibição do desenvolvimento de juvenis. As crotalárias produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe o movimento dos juvenis. No caso do



cravo-de-defunto, ocorre liberação de substâncias com ação tóxica sobre os nematoides, denominada alfatertienil. 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.

### Matéria orgânica

A utilização de matéria orgânica funciona como condicionador do solo, favorecendo suas propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de determinados nutrientes, como nitrogênio. As plantas são favorecidas em relação ao ataque dos nematoides pelo seu crescimento mais vigoroso. Além disso, a matéria orgânica estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias tóxicas com sua decomposição que contribuem para a mortalidade destes.

O esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas, palha de café, bagaço de cana e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos.

### Eliminação de restos culturais

Restos de raízes que permanecem nos canteiros mantêm as populações de nematoides por longos períodos, pois estes permanecem alojados em seus tecidos e tornam-se protegidos de agentes físicos e biológicos de controle. Portanto, a destruição de restos de culturas com o arranquio e a queima constitui uma medida simples e eficiente de controle, pois reduz a população de nematoides presentes para a próxima estação de cultivo. Assim, não é recomendada a incorporação de restos culturais infectados por nematoides na área cultivada, considerando que os nematoides alojados em tecidos de restos

culturais com massa de ovos na superfície dessas raízes possam sobreviver no solo e infectar novas plantas nos próximos ciclos de cultivos.

### Solarização

A solarização tem sido empregada na desinfestação de solos com altas populações de nematoides, principalmente em regiões quentes e de alta radiação solar. Esta prática consiste em cobrir o solo úmido com uma camada de lona transparente, geralmente de polietileno (25 a 50  $\mu\text{m}$ ), permitindo a entrada dos raios solares que promovem o aquecimento do solo nas camadas mais superficiais. Este aquecimento reduz significativamente a população dos nematoides e de outros patógenos do solo, além de promover um controle parcial de plantas daninhas. A eficiência e a temperatura do solo reduzem com a profundidade, mas efeitos positivos são obtidos com a cobertura do solo por um período de três a oito semanas, condições em que a temperatura do solo chega a atingir de 35 a 50°C até os 30 centímetros de profundidade, dependendo do tipo de solo.

### Resistência

A utilização de variedades resistentes constitui, juntamente com as práticas culturais citadas acima, uma prática de 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. Assim, o melhoramento de tomateiro visando à resistência a nematoides tem papel importante no seu manejo.

Cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi* com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* devem ser utilizadas sempre que disponível, pois este gene limita a reprodução de *Meloidogyne* spp. em plantas de tomateiro e em

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

Um dos principais mecanismos de resistência desencadeado em plantas portadoras do gene *Mi* é a reação de hipersensibilidade (HR), que provoca mudanças histológicas, como a morte celular próxima ao sítio de infecção do juvenil de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. (Dropkin, 1969).

Apesar de a maioria das variedades e híbridos de tomateiro atualmente no mercado, apresentarem resistência ao nematoide-das-galhas, o relato de problemas em áreas de cultivo de tomateiro é presente, devido a infestação por outras espécies de *Meloidogyne* e/ou outros isolados de regiões geográficas diferentes. Desta maneira, a Embrapa Hortaliças tem avaliado genótipos do banco de germoplasma da Unidade para reação a espécies de nematoide-das-galhas que infectam tomateiro no país e com resultados positivos e perspectivas de descobertas de novos genes (ou alelos) de resistência em *Solanum* (secção *Lycopersicon*).

Vale lembrar que juntamente ao uso de cultivares resistentes, a enxertia tem sido utilizada em hortaliças no Brasil, principalmente em plantas da família Solanaceae como o tomate.

Neste enfoque, plantas silvestres pertencentes à família Solanaceae têm sido estudadas na Embrapa Hortaliças em relação à resistência a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. enterolobii* e os resultados são bastante promissores com perspectivas futuras sobre a utilização em enxertia no tomateiro.

É importante salientar que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios. A integração das diferentes práticas certamente levará o tomaticultor a obter alta produtividade, com vantagens econômicas e com respeito ao consumidor e ao meio ambiente.

## Amostragem para o correto diagnóstico

Na coleta de amostras para análise, pequenas porções de solo, em torno de 200 g e algumas raízes deverão compor cada amostra simples. Recomenda-se coletar em torno de 15-20 amostras simples (subamostras) por hectare. À medida que se caminha em zig-zag pela área suspeita, as subamostras de solo deverão ser coletadas em profundidade de 20-30 cm ao redor das plantas e posteriormente homogêneas (Figura 6). Em seguida, a amostra composta é formada adicionando-se em saco de polietileno cerca de 400-500g de solo homogêneo e 200-300 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 retirar uma amostra composta por quadrante.

FIGURA 6. Esquema de amostragem em áreas cultivadas com tomate suspeitas de contaminação por fitonematoides. (Arte: Ricardo Borges Pereira)



### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. Boston: Elsevier, 2005. 921p.
- 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.
- DROPKIN, V.H. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to Meloidogyne: reversal by temperature. Phytopathology, v.59, n.11, p.1632-1637, 1969.
- RAMMAH, A.; HIRSCHMANN, H. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. Journal of Nematology, v. 20, p.58-69, 1988.
- YANG, B.; EISENBACK, J.D. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising pacara carpod tree in China. Journal of Nematology, v.15, p. 381-391, 1983.