

# Nemátodes das galhas radiculares: uma ameaça à produção agrícola

**Os nemátodes das galhas radiculares (*Meloidogyne* spp.) são uma das maiores ameaças à produção agrícola em todo o mundo. Em Portugal já foram detetadas diversas espécies e este número, assim como o impacto que causam, tem tendência a aumentar, sobretudo num cenário continuado de alterações climáticas.**

Os nemátodes são animais que se podem encontrar nos mais variadíssimos habitats e regiões do globo e caracterizam-se, geralmente, por apresentar um corpo cilíndrico, delgado e alongado. Os nemátodes parasitas de plantas (fitoparasitas) possuem, na cavidade oral, uma estrutura cuticular, o estilete, que funciona de modo idêntico à agulha de uma seringa, sugando o conteúdo das células vegetais das quais se alimentam.

Os nemátodes das galhas radiculares (NGR), assim designados por induzirem a formação de galhas no sistema radicular de diversas plantas, pertencem ao género *Meloidogyne* (do Grego, fêmea em forma de pera) e constituem um grupo particularmente importante dentro dos fitoparasitas e mesmo dos inimigos das plantas em geral.

## História e ocorrência em Portugal

Em Portugal, os estudos nematológicos foram iniciados em 1882, quando Moraes observou, pela primeira vez, a formação de galhas em raízes de videira, durante um trabalho de investigação para a deteção de focos filoxéricos. A descrição realizada por Moraes corresponde a NGR, tendo sido feita referência à sua ocorrência em diferentes regiões do país, sempre associados a videira. Outras referências à ocorrência de NGR foram surgindo, até que, em 1956, nos Açores, foi identificada a primeira espécie de *Meloidogyne*, *M. javanica*, associada a tomateiro. Desde então, vários trabalhos têm sido elaborados referindo a ocorrência e plantas hospedeiras de NGR em Portugal. Pela análise de todos os dados disponíveis, até ao momento, foi detetada a presença de oito espécies em Portugal (*M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. hapla*, *M. hispanica*, *M. in-*

*cognita*, *M. javanica*, *M. luci* e *M. lusitânica*), sendo as mais comuns *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*. *Meloidogyne chitwoodi* é considerado um organismo de quarentena e *M. luci* foi, recentemente, adicionado à Lista de Alerta da Organização Europeia e Mediterrânea de Proteção das Plantas (OEPP).

O laboratório de Nematologia (NEMATO-lab), do Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, tem desenvolvido, desde há décadas, diversas linhas de investigação, sendo de salientar: 1) a caracterização/identificação morfológica, morfométrica, bioquímica e molecular de várias espécies de nemátodes fitoparasitas, incluindo do género *Meloidogyne*; 2) o desenvolvimento de estratégias sustentáveis para o seu controlo, baseadas em agentes de controlo biológico, ativadores de mecanismos de defesa das plantas, culturas-armadilha e fitoquímicos naturais. Em parceria com o laboratório de Nematologia do INIAV, NEM-INIAV, estão a ser efetuados estudos para aprofundar o conhecimento sobre os NGR em Portugal, nomeadamente no que respeita à sua distribuição no território e o impacto sobre as culturas, sobretudo num quadro de alterações climáticas. Ambos os laboratórios procedem ainda ao diagnóstico de problemas fitossanitários associados a estes nemátodes, em análises de rotina, sempre que solicitado.

## Hospedeiros e importância

Estima-se que todos os anos os NGR causem perdas de culturas, a nível mundial, de cerca de 5%, o que constitui um obstáculo à produção agrícola. O elevado impacto des-

Leidy Rusinque, Filomena Nóbrega, M.<sup>a</sup> Lurdes Inácio . INIAV, I.P.



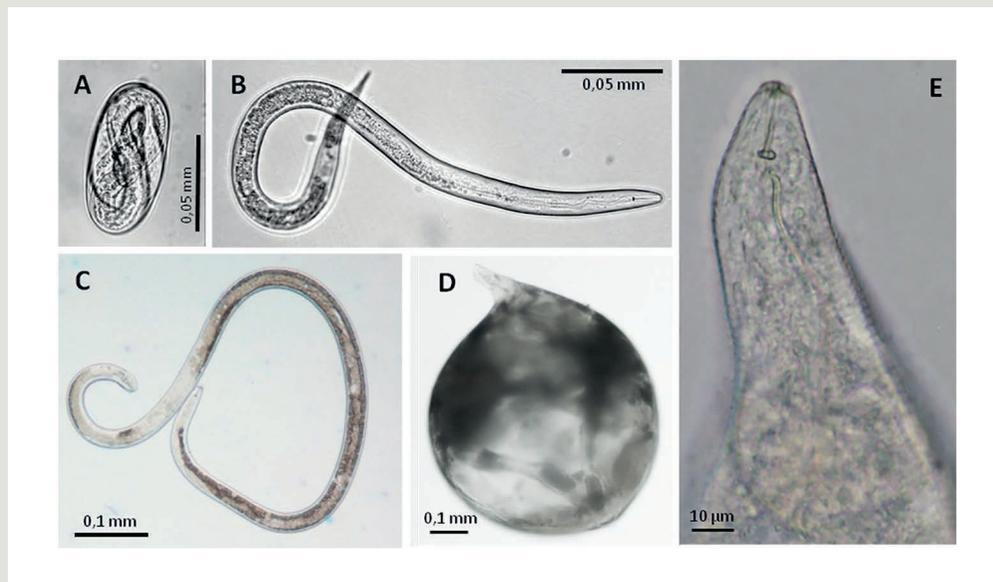
Carla Maleita, Isabel Abrantes . NEMATO-lab, Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra

tes nemátodes pode ser atribuído à sua distribuição mundial e à sua capacidade para parasitar mais de 3000 espécies de plantas. Os NGR apresentam uma gama de hospedeiros que abrange praticamente todas as culturas, afetando a produção de plantas economicamente importantes, bem como a qualidade dos produtos. Estes nemátodes ocupam o 1.º lugar no *Top 10* dos nemátodes com maior impacto económico.

Em Portugal podemos encontrar estes nemátodes associados a plantas/culturas como, por exemplo, a abóbora, a alface, a bananeira, a batateira, a beterraba, a cenoura, o craveiro, o feijoeiro, a figueira, o gengibre, o kiwi, o malmequer, o maracujá, o melão, a meloa, o milho, o pessegueiro, o pimento, o tabaco, o tomateiro e a videira, para além de várias plantas daninhas e espontâneas. No entanto, existem poucos dados experimentais no que diz respeito à avaliação de prejuízos provocados por estes nemátodes em Portugal, sabendo-se, contudo, que uma parte significativa da produção de batata na região Oeste é afetada pela sua presença, designadamente a batata para indústria. Os produtores de cenoura e de tomate de diversas zonas do país também se têm deparado com prejuízos e quebras na produção devidos aos NGR: a cota do refugo de cenoura que apresenta deformações, devidas ao ataque destes nemátodes, pode atingir 75% em algumas regiões (*comunicação pessoal*).

## Ciclo de vida

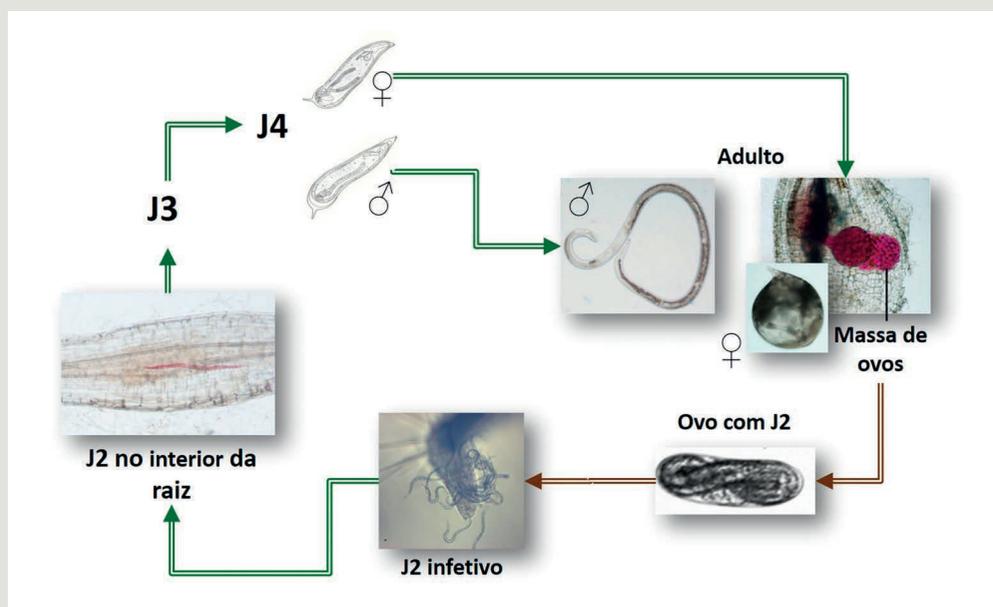
Os NGR apresentam um marcado dimorfismo sexual, os machos são filiformes e ativos, as fêmeas globosas e sedentárias (Fig. 1). O desenvolvimento embrionário dos NGR inicia-se nos ovos, que são produzidos



**Figura 1** – Estádios de desenvolvimento do nemátode das galhas radiculares, *Meloidogyne* sp. A – Ovo; B – Jovem do segundo estágio; C – Macho; D – Fêmea; E – Pormenor da região da cabeça e pescoço de fêmea (Fonte: A-D, NEMATO-lab; E, NEM-INIAV)

pela fêmea e depositados numa matriz gelatinosa, designada por massa de ovos, geralmente à superfície da raiz, até à formação dos jovens do segundo estágio (J2) (Fig. 2). Durante o desenvolvimento destes nemátodes ocorrem quatro estádios juvenis e quatro mudas. O primeiro estágio (J1) desenvolve-se no ovo e a primeira muda ocorre no interior do ovo, originando os J2, que eclodem e se deslocam no solo em direção a uma planta hospedeira. Os J2 invadem as raízes da planta hospedeira junto à coifa, migram até à região onde o tecido vascular se encontra diferenciado e tornam-se se-

dentários. Com a ajuda do estilete, libertam um conjunto de secreções no interior das células radiculares, que conduzem ao aumento do tamanho das células (hipertrofia) e à intensa multiplicação celular (hiperplasia), originando a formação de galhas. Na raiz ocorrem a segunda, terceira e quarta mudas, dando origem, respetivamente, aos jovens do terceiro estágio (J3), quarto estágio (J4) e à forma adulta. É favorecida a diferenciação de fêmeas quando há disponibilidade de alimento, uma vez que a função reprodutiva implica um maior dispêndio de energia. Pelo contrário, forma-se um maior



**Figura 2** – Ciclo de vida de um nemátode das galhas radiculares, *Meloidogyne* sp. J2, J3 e J4 correspondem a jovens do segundo, terceiro e quarto estágio, respetivamente (Fonte: NEMATO-lab)

número de machos quando a disponibilidade de alimento é reduzida.

### Modos de dispersão

Os NGR movem-se apenas alguns metros por ano no solo, no entanto podem disseminar-se para regiões mais distantes através da atividade humana, do transporte de plantas infetadas, de solo aderido às alfaias agrícolas e das águas de rega.

Foram estabelecidas medidas para diminuir o risco de disseminação e introdução de novas espécies de NGR em regiões onde não existem. O uso e transporte de material para plantio limpo, saudável e sem nemátodes são pré-requisitos para limitar a disseminação de nemátodes e, por isso, é requerida uma vigilância constante por parte das autoridades competentes.

### Sintomas

Na presença de NGR, as raízes são gravemente afetadas nas suas principais funções. Estes nemátodes afetam a absorção de água e nutrientes e a sua translocação no sistema radicular, contribuindo para a diminuição da taxa de fotossíntese e o aumento da mobilização de produtos fotossintéticos para as raízes, de forma a apoiar o desenvolvimento e a reprodução dos nemátodes. Deste modo, a saúde das plantas fica comprometida e ficam mais suscetíveis ao ataque por outros agentes patogénicos.

Os sintomas exibidos pelas plantas infetadas por NGR envolvem, geralmente, enfraquecimento do sistema radicular, diminuição do alongamento das raízes e da produção motivada pelo aparecimento de galhas (Figs. 3 e 4), deficiências nutricionais na folha, como a clorose e murchidão temporária em períodos de *stress* hídrico e temperaturas elevadas, e a queda e redução do tamanho das folhas/frutos. Quando a densidade populacional do nemátode no solo é relativamente elevada, o sistema radicular poderá ficar reduzido a raízes com galhas. No entanto, os sintomas observados variam consoante a planta e a espécie de *Meloidogyne* e podem ser confundidos com os estragos associados à nutrição deficiente ou lesões provocadas por bactérias, fungos patogénicos e/ou vírus.

### Medidas de controlo

As medidas de controlo de nemátodes fitoparasitas assentam, sobretudo, na aplicação de nematodocidas. Esta prática, não sendo



Figura 3 – Raízes de maracujá, *Passiflora* sp., infetadas com o nemátode das galhas radiculares, *Meloidogyne* sp. (Fonte: NEMATO-lab)



Figura 4 – Cultura da cenoura afetada por nemátode das galhas radiculares, *Meloidogyne* sp. A – Redução do desenvolvimento da parte aérea das plantas; B – Deformações da cenoura à colheita (Fonte: PrimoHorta e NEM-INIAV)

critérios aplicados, poderá conduzir a desequilíbrios nos organismos do solo, com grave impacto a médio e longo prazo no ambiente e na saúde dos agricultores e consumidores. Pelo contrário, uma adequada nutrição e a manutenção do bom equilíbrio do solo irão conduzir à obtenção de plantas mais vigorosas e com maior capacidade de resistência ao ataque de agentes patogênicos. Por exemplo, a adição de matéria orgânica ao solo poderá contribuir para o incremento das populações de microrganismos benéficos (fungos e bactérias) e das populações de nemátodos predadores que atuarão como inimigos naturais de nemátodos fitoparasitas. Métodos de luta biológicos, como o recurso a fungos e bactérias capazes de eliminar os NGR, são linhas de investigação em curso em ambos os laboratórios referidos. A rotação com culturas não hospedeiras também constitui uma alternativa à apli-

cação de nematocidas. Contudo, é fundamental identificar a(s) espécie(s) de *Meloidogyne* presentes no campo, recorrendo a métodos de diagnóstico adequados, assim como saber a gama de plantas hospedeiras.

### Deteção e identificação

A deteção dos NGR pode ser feita a partir da observação direta de amostras de raízes, que podem apresentar sintomas característicos da presença destes nemátodos (galhas nas raízes), ou em amostras de solo. As amostras de plantas e de solo à sua volta devem ser colhidas e encaminhadas para um laboratório para identificação dos nemátodos que estão presentes e, dependendo do objetivo, a avaliação da sua densidade populacional.

O impacto dos NGR na produção agrícola reforçou a necessidade de um método de diagnóstico preciso. O desenvolvimento de

um método rápido e fiável para a identificação de espécies de NGR, presentes no campo, aumenta a sua possibilidade de controlo. No passado, a identificação das espécies de NGR baseava-se na análise pormenorizada dos caracteres morfológicos e biométricos. No entanto, a elevada variabilidade morfológica, o grande número de espécies dentro do género *Meloidogyne* e a possibilidade de estarem presentes mais do que uma espécie, tornam cada vez mais difícil a distinção entre as espécies, mesmo para técnicos qualificados. Estes problemas relacionados com a identificação de NGR levaram os investigadores a desenvolver outros métodos. Atualmente, a análise de enzimas, sobretudo esterases, continua a ser o primeiro passo na identificação destes nemátodos, sendo muito útil na deteção e identificação de populações com mais do que uma espécie. Entretanto, a observação de variabilidade bioquímica dentro da mesma espécie e a semelhança entre espécies estimulou o desenvolvimento de técnicas complementares, baseadas, essencialmente, na análise de material genético (ADN). ☹

### Agradecimentos

Ao COTHN e à PrimoHorta pelas informações disponibilizadas.

### Bibliografia

- Abrantes, I.M.O; Vieira dos S.C; Santos, M.S.N.A; entre outros (2007). *Principais Doenças e Pragas do Tomateiro e Meios de Luta*. Instituto do Ambiente e Vida, Coimbra, 176 pp.
- EPP0 (2013). PM 9/17 (1) *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. Bulletin OEPP/EPP0 Bulletin, 43: 527-533.
- EPP0 (2017). EPP0 Alert List: addition of *Meloidogyne luci* together with *M. ethiopica*. EPP0 Reporting Service 11.
- Hunt, J. (1956). List of intercepted plant pests. Bureau of Entomology and Plant Quarantine, United States Department of Agriculture.
- Moraes, M.C.R. de (1882). Relatório dos trabalhos da Comissão Central da *Phylloxera* em 1881. Collecção de documentos officiaes, memorias e notícias acerca da agricultura. Publicação oficial do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, 3:1-83.
- Reis, L.G.L. (1970). Patogenicidade de *Meloidogyne incognita* e de *Meloidogyne javanica* em *Vitis*. Relatório Final do Curso de Engenheiro Agrônomo, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 158 pp.