

Nematoides na Cultura da Batata

143

Circular
Técnica

Brasília, DF
Maio, 2015

Autores

Jadir Borges Pinheiro
Eng. Agr., D.Sc. em
Fitopatologia,
pesquisador da
Embrapa Hortaliças,
Brasília, DF

Giovani Olegário da Silva
Eng. Agr., D.Sc. em
Agronomia,
pesquisador da
Embrapa Hortaliças,
Brasília, DF

Ricardo Borges Pereira
Eng. Agr., D.Sc. em
Fitopatologia,
pesquisador da
Embrapa Hortaliças,
Brasília, DF

Foto: Geovani Olegário da Silva

Fotos: Jadir B. Pinheiro



Introdução

Os nematoides apresentam sérios problemas para o cultivo da batata em praticamente todas as regiões do mundo onde ela é cultivada, com danos variáveis, chegando até a comprometer toda a produção. Esses danos dependem da densidade populacional do patógeno presente no solo, da cultivar utilizada, da espécie/raça de nematoide e das condições ambientais.

Os danos causados por fitonematoides não estão associados somente à redução no peso nos tubérculos, mas às alterações físico-químicas em resposta à infecção, com interferência direta na qualidade comercial dos tubérculos. Além disso, sua importância se reflete na necessidade de aplicar nematicidas de solo por ocasião do plantio, que resulta em custos adicionais de produção e, principalmente, na contaminação ambiental e em riscos à saúde do aplicador e do consumidor.

No Brasil, os nematoides mais comuns na cultura da batata são o nematoide-das-galhas e o nematoide-das-lesões-radiculares, pertencentes aos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, respectivamente. Estes patógenos de solo podem reduzir a quantidade e a qualidade dos tubérculos, com interferência direta na classificação comercial do produto, podendo afetar até 100% da produção.

Em relação ao *Meloidogyne*, os danos maiores são provocados pelo nematoide-das-galhas, *Meloidogyne* spp., em especial por *M. incognita* e *M. javanica*, que são as espécies com 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 *M. arenaria* ocorrem em áreas isoladas do país, porém causam maiores problemas em regiões tropicais e subtropicais (CHARCHAR, 2001).

O segundo gênero de nematoides parasitos de cultivos de batata em importância para o país é *Pratylenchus*, que tem destaque pela sua vasta gama de plantas hospedeiras e pela sua ampla distribuição geográfica. As principais espécies que causam danos à bataticultura do país são *P. brachyurus*, *P. coffeae* e *P. penetrans*, com predominância da primeira sobre as demais (SANTOS, 2003; SILVA & SANTOS, 2007).

Principais nematoides da batata

Nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.)

As espécies do nematoide-das-galhas são parasitos obrigatórios de raízes e de caules subterrâneos, ou seja, não sobrevivem na ausência de plantas hospedeiras. Porém podem sobreviver em restos de culturas, principalmente em raízes ou tubérculos infectados ou mesmo na forma de ovos e juvenis disseminados no solo de cultivo. São móveis no solo, e os estádios de desenvolvimento vermiforme ou juvenis de segundo estágio são as formas de vida que infectam as raízes de batata. Ao penetrarem nas raízes, movimentam-se para as proximidades dos vasos condutores e se tornam sedentários, ou seja, fixam num determinado ponto no interior das raízes ou tubérculos e formam um sítio (local) de alimentação. Com sua alimentação e consequente desenvolvimento no interior das raízes até a fase adulta, passam por sucessivas ecdises (troca de cutícula ou revestimento externo dos corpos dos nematoides) e alterações na sua morfologia, passando da fase vermiforme para a forma referida como "salsicha". Enquanto se desenvolvem, em resposta à introdução de substâncias produzidas pelas suas glândulas esofagianas nos tecidos da planta, ocorre aumento no tamanho e no número das células das raízes parasitadas, que resulta num engrossamento denominado de "galha".

As galhas podem ser visíveis a partir de 48 horas após a penetração dos juvenis nas raízes. Na fase adulta, o macho geralmente sai da raiz e não mais parasita a planta. Os machos adultos destes nematoides são vermiformes, migradores e não se alimentam, morrendo logo após a sua formação. Desta maneira, servindo em determinadas

situações apenas para regular níveis populacionais elevados de nematoides (elevado número de machos formados). Já a fêmea continua seu desenvolvimento até assumir formato globoso e piriforme e, posteriormente, produz uma massa de ovos que geralmente permanece fora da raiz, com possibilidade de ser vista a olho nu. Esta massa contém, em média, 500 a 1.000 ovos envolvidos por uma substância gelatinosa que os protege contra dessecação e outras condições desfavoráveis. Dentro de cada ovo ocorre a formação do juvenil de primeiro estágio, que sofre uma ecdise e se transforma em juvenil de segundo estágio, ainda no interior do ovo. O juvenil de 2º estágio representa a forma infectiva que eclode do ovo, vai para o solo ou diretamente infecta outra raiz, completando assim o ciclo em torno de 21 a 45 dias, dependendo das condições climáticas e da espécie envolvida. Quanto mais alta a temperatura suportada pela batata, mais curto o ciclo de vida do nematoide. Conforme descrito anteriormente, os juvenis de segundo estágio e os ovos (Figura 1) são estádios de sobrevivência para estas espécies e podem sobreviver no solo com umidade adequada. Podem também entrar em estado de dormência em condições desfavoráveis, ou seja, principalmente quando o solo estiver seco e sem plantas hospedeiras de batata ou outras espécies vegetais.



Foto: Jadir B. Pinheiro

Figura 1. Ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne* spp.

O principal sintoma resultante da alimentação dos nematoides-das-galhas nos tecidos de batata é a formação de galhas, que são protuberâncias que ocorrem nas raízes e na superfície dos tubérculos (Figura 2) devido a penetração tanto pelas raízes

quanto pelas lenticelas. As galhas nos tubérculos variam de pequenas e numerosas, dando aspecto áspero à superfície, podendo ser acompanhadas de rachaduras até grandes caroços isolados.

Fotos: Jadir B. Pinheiro



Figura 2. Sintomas de tubérculos de batata infectados por *Meloidogyne* spp.

Os tubérculos apresentam aspecto “empipocado”, com facilidade para o apodrecimento (Figura 3) devido à perda de amido no tecido em torno das “pipocas”, em especial quando a batata é lavada.

Foto: Jadir B. Pinheiro



Figura 3. Apodrecimento de tubérculos devido à infestação por *Meloidogyne* spp., que resultou em porta de entrada para outros patógenos como fungos e bactérias

Os sintomas de campo causados por estes organismos normalmente ocorrem em reboleiras. Em condição de alta infestação do solo e temperatura favorável ao nematoíde (em torno de 27°C), as plantas afetadas podem murchar, mesmo que o solo esteja úmido, e apresentar folhas com tamanho reduzido. Sintomas de falta de água e de

nutrientes ocorrem em virtude do comprometimento da integridade das raízes de plantas atacadas. Por isso, os sintomas de campo às vezes são mascarados pela adubação, normalmente fornecida em excesso, que compensa a baixa capacidade de absorção pelas raízes com galhas.

Em relação ao desenvolvimento da planta, quanto mais cedo ocorrer a infecção, maior será a severidade de ataque. O principal sintoma em plantas infectadas na fase inicial é uma clorose foliar resultante da localização de galhas ao longo da raiz, que obstruem a absorção de água e nutrientes do solo. Como consequência, as plantas tornam-se amareladas, raquíticas e murchas. Mesmo em situações de baixa densidade populacional de nematoíde no solo, apesar de sintomas aéreos não serem evidentes, as plantas apresentam redução na produtividade (WINSLOW; WILLIS, 1972).

O correto diagnóstico da espécie de nematoídes envolvida é feito pelo envio de amostras de terra, raízes e tubérculos para um laboratório especializado, devido à necessidade de se conhecer as densidades populacionais destes organismos no solo, na fase de pré-plantio e em fases posteriores de desenvolvimento da cultura. Com isso, pode-se preventivamente reduzir os riscos de prejuízo, antes do plantio, bem como amenizar as perdas em caso de o nematoíde já estar instalado na lavoura.

Para a coleta e envio das amostras, pequenas porções de solo, alguns tubérculos (3 a 5) e em torno de 100 gramas de raízes deverão compor cada amostra simples. Recomenda-se coletar em torno de 15-20 subamostras de solo por hectare. À medida que se caminha em zig-zag pela área suspeita, as subamostras são coletadas em profundidade de 20-30 cm e colocadas em um balde. Em seguida, estas amostras devem ser homogêneas, e retirado cerca de 1 litro de solo e 3 a 5 tubérculos para compor a amostra composta que deverá ser colocada em um saco plástico com a identificação da área. Para áreas extensas e irregulares, é recomendável a divisão da mesma em quadrantes e retirar uma amostra composta por quadrante.

Quando os sintomas forem mais evidentes em reboleiras, as amostras devem ser coletadas nas extremidades das mesmas, podendo repetir o mesmo processo no interior da reboleira, para obter uma amostra composta da área e da reboleira. Este procedimento evita a sub ou superestimação

dos níveis populacionais presentes na lavoura, propiciando informações confiáveis para o manejo adequado da área. Caso não seja possível enviar estas amostras rapidamente, as mesmas devem ser guardadas em ambiente frio entre 10°C-15°C, ou deixadas à sombra para que não ocorra o ressecamento, o que dificulta o correto diagnóstico em laboratório.

Nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.)

Dentre as várias espécies de *Pratylenchus* que atacam a batata no mundo, *P. penetrans* é a mais importante. Outras espécies já relatadas em batata são: *P. andinus*, *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. crenatus*, *P. minyus*, *P. penetrans*, *P. scribneri*, *P. thornei*, *P. vulnus* e *P. zae* (MAI et al., 1990).

No Brasil, pelo menos dez espécies já foram assinaladas em diversas culturas, sendo que *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. zae* e *P. penetrans* são as mais frequentes em batata (FERRAZ, 1999), com predominância da primeira sobre as demais (SILVA; 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 danos causados por espécies do gênero *Pratylenchus* são de natureza diferente quando comparados com os dos nematoides-das-galhas, pois estes nematoides têm ciclos de vida bem

distintos. A primeira ecdise de *Pratylenchus* ocorre dentro do ovo, de onde sai o juvenil de segundo estágio. Todos os estágios de desenvolvimento são ativos e vermiformes, podendo assim penetrar nas raízes e tubérculos de batata, de onde migram continuamente nos tecidos intra e intercelular e se reproduzem chegando a alcançar altos níveis populacionais (10.000 indivíduos em 10 g de cascas de batata com cerca de 3 mm de espessura) (SILVA; SANTOS, 2007). As fêmeas depositam seus ovos isoladamente ou em grupos no solo ou nas raízes (Figura 4).



Foto: Jadir B. Pinheiro

Figura 4. Ovos e adultos de *Pratylenchus* spp.

Dependendo das condições ambientais, o ciclo de vida do *Pratylenchus* varia de quatro a oito semanas. Geralmente penetram nos tubérculos pelas lenticelas e invadem os tecidos em sua volta, produzindo lesões escuras e circulares de tamanho variável, com necrose dos tecidos infectados (Figura 5).



Figura 5. Sintomas de tubérculos de batata infectados por *Pratylenchus* spp.

Estas lesões evoluem com o passar dos dias, prejudicando o aspecto visual dos tubérculos, pois a presença de lesões ou de pústulas, 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 (MAI et al., 1990).

As plantas infectadas formam reboleiras na lavoura. O sintoma inicial do ataque de *Pratylenchus* spp. é o atraso no desenvolvimento das plantas infectadas, com drástica redução de crescimento em relação as não infectadas. Em geral, as plantas apresentam florescimento tardio e intensa necrose nas radículas (SILVA; SANTOS, 2007).

Outros nematoides

Existem outros nematoides com alto poder destrutivo que ainda não foram relatados no Brasil e, por isso, detêm o status de praga quarentenária A1. São eles os formadores de cistos ou nematoides dourados, *Globodera pallida* e *G. rostochiensis* e que podem reduzir a produtividade em até 70%. Estes são de difícil erradicação das áreas infestadas, pois têm a capacidade de permanecer viáveis no solo, na forma de cistos, por longos períodos. Além disso, possuem elevado poder de reprodução na presença de plantas hospedeiras. Existem evidências de que estas espécies se originaram nas regiões andinas do Peru, local de origem da batata (TENENTE; MANSO, 1983). Embora haja grande risco de transmissão via batata-semente, os nematoides-de-cisto até o momento não foram detectados no Brasil. De acordo com Charchar (1997) em levantamento de nematoides realizados na cultura da batata em 118 áreas localizadas em 26 municípios pertencentes aos estados do RS, SC, PR, SP, MG, GO e DF, principais produtores no país, em nenhuma amostra houve a presença dos nematoides formadores de cisto. Porém, trata-se de um grupo de elevado destaque, pois existe relato de sua ocorrência em nações vizinhas como: Argentina, Venezuela, Peru, Colômbia, Chile, Equador e Bolívia (LORDELLO, 1973). Desta maneira, o Brasil vive sob constante ameaça da introdução destas espécies, o que certamente aumentaria ainda mais a preocupação dos bataticultores com problemas fitossanitários. Outros nematoides

de grande importância para a bataticultura e que ainda são quarentenários para o país são o falso nematoide-das-galhas, *Nacobbus aberrans*, e o nematoide da podridão-da-batata, *Ditylenchus destructor* (SANTOS, 2003; SILVA; SANTOS, 2007).

A espécie do falso nematoide-das-galhas, *Nacobbus aberrans*, é nativa da região andina do Peru e Bolívia, e pode causar perdas de mais de 50% na cultura da batata em altitudes de 2.000 a 4.200 metros. Ocorre na Argentina, Bolívia, Chile, Equador, Peru, EUA, México, Inglaterra, Holanda, Índia e Rússia (JATALA; SCURRAH, 1975; SCURRAH et al., 2005). Sua ampla dispersão na América do Sul é atribuída, à sua ampla gama de hospedeiros, e ao transporte passivo em material propagativo, como batata-semente e outras tuberosas (SCURRAH et al., 2005). Da mesma forma como acontece com o gênero *Globodera*, no Brasil, não se conhece qualquer problema resultante de sua interferência (CHARCHAR, 1990). Já *D. destructor*, é um dos principais patógenos da batata em praticamente todos os países produtores da Europa, especialmente na Rússia. Ocorre também em alguns países da Ásia, América do Norte, Oceania e algumas regiões isoladas da América do Sul e África do Sul (MAI et al. 1990).

Thecavermiculatus andinus, *Meloidogyne chitwoodi*, *Meloidogyne fallax*, *Trichodorus* spp., *Paratrichodorus* spp., *Ditylenchus dipsaci*, *Nacobbus dorsalis* e *Pratylenchus scribneri*, também são espécies importantes em cultivos de batata em regiões tropicais e subtropicais. A espécie *Thecavermiculatus andinus* é importante na cultura da batata em algumas regiões andinas do Peru, mas, sua distribuição e danos econômicos ainda não são muito bem relatados (JATALA, 1989). *M. chitwoodi* e *M. fallax* são pragas quarentenárias A1 no Brasil e ocorrem em regiões com condições de clima moderado a frio (SILVA; SANTOS, 2007). *Trichodorus* spp. e *Paratrichodorus* spp. apresentam importância peculiar porque estão envolvidos na transmissão de viroses em batata (SCURRAH et al., 2005), principalmente o vírus *Tobacco rattle virus* – TRV, do gênero Tobravirus. Além disso, causam danos diretos no sistema radicular, retardam o crescimento das plantas e provocam senescência precoce (JENSEN et al., 1979). *Belonolaimus longicaudatus*, *Radopholus similis* e *Rotylenchus*

reniformis também são relatados como patógenos de batatas no mundo (JENSEN et al., 1979), porém, geralmente não causam grandes perdas na produção. *B. longicaudatus* não apresenta registro no Brasil, porém *R. similis* é nematoide de grande importância em cultivos de banana e *R. reniformis* em cultivos de algodão e grande número de culturas, sendo que a batata e outras solanáceas são hospedeiras desta espécie. *Ditylenchus dipsaci* também conhecido como nematoide da haste e dos bulbos, mais comum na cultura do alho, também danifica as hastes, estolões e tubérculos das plantas de batata, e outras espécies de plantas, sendo que os tubérculos de batata atacados apresentam depressões com coloração marrom acinzentadas e o crescimento das plantas é reduzido. Quando atacam as hastes estas ficam intumescidas e se inclinam. Galhas também podem se formar nas axilas das folhas; que ficam encrespadas e os folíolos distorcidos (ASSCHEMAN et al., 1996). A espécie *Nacobbus dorsalis* possui semelhanças com o *Nacobbus aberrans* e a classificação destas espécies e de outras espécies de *Nacobbus* ainda necessita de estudos adicionais (ANTHOINE; MUGNIÉRY, 2006). *Pratylenchus scribneri* pertence à classe dos nematoides-das-lesões-radiculares, também é considerado uma praga quarentenária no Brasil, mas ainda não foi possível comprovar cientificamente a possibilidade deste nematoide causar danos econômicos na cultura da batata (WHEELER et al., 1994).

Medidas gerais de controle de nematoides da batata

Na prática, o controle dos nematoides na cultura da batata não é tarefa fácil. 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. Por isso, para seu controle, é de grande importância a integração de várias medidas que vão desde a escolha da área de plantio e da batata-semente até a colheita. Dentre essas medidas, as principais são: prevenção, rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, variedades resistentes e, em último caso, recomenda-se o controle químico.

Prevenção

A prevenção é sempre 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 exceda uns poucos metros (AGRIOS, 2005), sua principal forma de disseminação é passiva, por meio de movimentação de solo, água ou batata-semente contaminadas. A prevenção preserva a área de cultivo livre desses patógenos, pois, uma vez introduzidos na propriedade, o produtor terá que conviver com o problema, já que sua erradicação é praticamente impossível. Desta 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).

O uso de batata-semente certificada, livre de nematoides fitoparasitos, é essencial para manter este grupo de patógeno fora da área de cultivo. Com isso, reduz-se drasticamente a possibilidade de se 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. Apesar de quarentenários, os nematoides formadores de cistos, o falso-nematoide-das-galhas e o nematoide-da-podridão-da-batata são de ocorrência em países vizinhos do Brasil como Argentina, Venezuela, Peru, Colômbia, Chile, Equador e Bolívia, representando sérios riscos de sua introdução no Brasil (SANTOS, 2003; SILVA; SANTOS, 2007). A não constatação destes nematoides no Brasil e a facilidade com que se disseminam por meio de tubérculos infestados ou solo aderente a eles, fazem necessário que a batata importada seja cuidadosamente examinada por autoridades que têm mandato para tal. Órgãos governamentais como a Embrapa Quarentena Vegetal e o MAPA funcionam como barreira à introdução de novos patógenos no país, por meio de análises nematológicas e determinação de medidas de quarentena aplicadas ao germoplasma proveniente do exterior (TENENTE; MANSO, 1983).

Mesmo fazendo-se o uso de batata-semente de boa qualidade, deve-se evitar o plantio em épocas

em que ocorram temperaturas elevadas e chuvas, pois a maioria das espécies de ocorrência no país se multiplica bem nestas condições. Tecnicamente, o ideal é que o plantio ocorra em épocas mais secas e frias (plantio de inverno). Plantios realizados em climas mais favoráveis ao patógeno, embora economicamente possam ser desejáveis, requerem cuidados especiais para evitar que perdas econômicas ocorram, além da infestação indesejável das áreas.

A utilização de jatos fortes de água para remoção de solo aderido a máquinas e implementos antes da entrada em outras áreas é eficiente medida para evitar disseminação desses organismos em partículas de solo aderidas aos pneus e demais partes do maquinário.

A eliminação de plantas daninhas (Figura 6) na safra e entressafra impede o aumento e a manutenção do nematoide nas áreas cultivadas. Por exemplo, carrapicho-rasteiro, carrapichinho, picão preto, capim marmelada, capim-carrapicho, corda de viola, capim-gordura e beldroega são boas hospedeiras de *P. brachyurus* (COSTA MANSO et al., 1994), enquanto falsa-serralha, juá-bravo e arrebenta-cavalo são boas hospedeiras dos nematoides-das-galhas (CHARCHAR, 1999).

Rotação de culturas

A rotação de culturas é uma das práticas mais importantes e efetivas na redução de patógenos de solo, inclusive os nematoides. A tarefa, entretanto, não é tão fácil, pois *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. Rotacionar cultivos de batata com culturas que não hospedem um determinado patógeno tem como finalidade a eliminação total ou parcial destes organismos pela subtração do seu alimento. Assim, em áreas infestadas pela espécie *M. javanica*, sugere-se a rotação com sorgo, mamona e cultivares de milho resistentes a esta espécie.

Também é importante lembrar que o amendoim, braquiárias, mamona e milho são culturas que geralmente apresentam grande capacidade de multiplicação de *Pratylenchus*. Assim, é importante identificar qual é a espécie presente na área.

É importante salientar que em uma área com cultivo de batata, mais de uma espécie de nematoides pode estar presente. A ocorrência concomitante em uma mesma área de nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) e nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) dificulta em muito o manejo cultural em relação à rotação de culturas, visto que ambos os gêneros são polípagos. É importante escolher a espécie e cultivar correta para plantio em sucessão ao cultivo da batata. Espécies de *Pratylenchus*, que são os nematoides-das-lesões-radiculares, apresentam menor número de plantas hospedeiras em relação ao nematoide-das-galhas. Entretanto, multiplicam e aumentam seus níveis populacionais de forma rápida em algumas espécies de gramíneas como capim-jaraguá, colômbia e braquiárias, com danos expressivos quando o cultivo de batata é realizado em áreas que foram utilizadas como pastagens. E é fato que algumas cultivares de milho podem reduzir a população de *Meloidogyne* spp. e de *Rotylenchus reniformis*, no entanto aumentar a de *P. brachyurus*. Merece lembrança o fato de que as gramíneas são recomendadas para a rotação de culturas com batata para o controle de vários patógenos de solo, como os agentes causadores da murchadeira, da rizoctoniose, das podridões moles e das sarnas. Neste caso, uma opção seria rotacionar com plantas

Fotos: Jadir B. Pinheiro

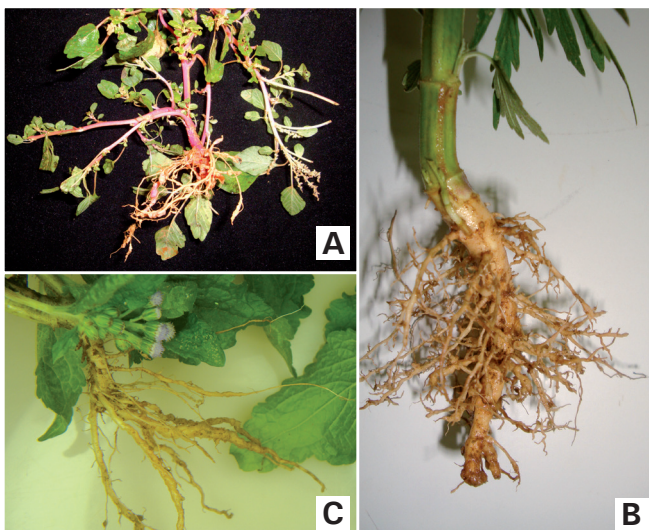


Figura 6. Algumas espécies de plantas daninhas (A: Caruru – *Amaranthus hybridus* var. *patulus*; B: Erva-de-macaé – *Leonorus sibiricus* e C: Menstrasto – *Ageratum conyzoides*) são hospedeiras do nematoide-das-galhas, contribuindo desta maneira para manutenção e sobrevivência do inóculo na área.

dos gêneros *Brassica*, *Crotalaria* e *Stylosanthes*.

A rotação de culturas para evitar a multiplicação de *Globodera rostochiensis* e *G. pallida* nos países de sua ocorrência é viável, mas o longo período necessário para o replantio da batata torna a prática antieconômica. Plantas hospedeiras não devem ser introduzidas na área infestada por um período de 3 anos, no mínimo (TENENTE; MANSO, 1983).

Alqueive

Outra prática cultural de grande importância é o alqueive, que constitui em manter o terreno limpo sem a presença de culturas ou plantas daninhas. O solo permanece sem vegetação com práticas de capinas manuais, arações, gradagens e com o emprego de herbicidas temporariamente, em associação. Resultados de ensaios de pesquisa demonstram redução acima de 75% da população de nematoides-das-galhas no campo durante os dois primeiros meses de alqueive e menos de 10% de sobrevivência após três meses (SANTOS, 2004). O alqueive reduz a população não só dos nematoides-das-galhas, como de outras espécies destes parasitos pela ação dos raios solares. A luz solar apresenta efeito nematicida devido à fração ultravioleta do espectro. A eficiência do alqueive vai depender de sua duração, da temperatura e da umidade do solo e da espécie de nematoide envolvida. É recomendável deixar certo nível de umidade no solo (alqueive úmido) (DUTRA et al., 2006), que permite a eclosão dos ovos e o movimento dos juvenis das espécies de nematoides presentes. Com esta movimentação, estes consumirão mais suas reservas energéticas e morrerão por inanição. O alqueive, porém é uma prática que possui o inconveniente do custo de manter o solo limpo por determinado tempo, com redução de lucro para o produtor e favorecimento de erosões em regiões que ocorrem chuvas elevadas. É bom salientar que esta prática não funciona para os nematoides formadores de cistos da batata que ocorrem em outros países.

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*, *Crotalaria juncea*), cravo-de-defunto (*Tagetes patula*, *Tagetes minuta*, *Tagetes erecta*) e mucunas (*Estizolobium* spp.) são exemplos de plantas antagonistas que são utilizadas com sucesso no controle de nematoides. Merece destaque o fato de que a mucuna-preta 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 crotalárias (*Crotalaria spectabilis*).

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 seguido da 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 com ação tóxica sobre os nematoides. Esta planta libera uma substância tóxica aos nematoides, denominada α -tertienil. As plantas antagonistas, crotalárias e mucunas, podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou ser 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.

Na região andina do Peru, plantas como colza, mostarda e canola têm sido utilizadas como plantas supressoras para *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. Quando se incorpora a parte aérea destas plantas, com a decomposição ocorre liberação de substâncias que são tóxicas aos nematoides. Estas substâncias apresentam propriedades similares ao nematicida metham sodium (SCURRAH, 2008).

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 nematoídes 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 nematoídes, além de liberar substâncias tóxicas com sua decomposição que contribuem para a mortalidade dos mesmos.

O esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas, bagaço de cana e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos. Seu uso tem sido explorado na agricultura orgânica e é recomendado para a exploração de pequenas áreas. O esterco de gado deve ser pasteurizado a 70° C ou esterilizado antes de ser aplicado, principalmente em áreas novas de cultivo, pois o mesmo pode constituir-se como fonte de disseminação de fitopatógenos, inclusive nematoídes na forma de ovos que não são destruídos no trato digestivo de ruminantes (CHARCHAR, 1999).

Não é recomendada a manutenção e incorporação de restos culturais infectados por nematoídes na área cultivada, por inviabilizar os métodos usuais de controle, considerando que os nematoídes alojados em tecidos de restos culturais tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle. Assim, a remoção de tubérculos de batata infectados após a colheita também é prática que contribui para redução dos níveis populacionais antes do próximo plantio. Os tubérculos devem ser retirados da área, amontoados secados para finalmente serem queimados.

Resistência

A utilização de variedades resistentes constitui, juntamente com as práticas culturais citadas acima, uma prática de grande relevância para o manejo de nematoídes. Assim, o melhoramento da batata, visando à resistência a nematoídes, tem papel importante no seu manejo. O uso de cultivares resistentes apresenta vantagens, como não oferecer riscos à saúde humana, custo relativamente baixo, além de não poluir o ambiente.

Infelizmente, ainda não é conhecida fonte de resistência em batata aos nematoídes-das-galhas e das-lesões-radiculares no país. A cultivar Achat apresentou tolerância à *M. incognita* e *M. javanica* e durante o período crescimento desta cultivar, as raízes apresentam aumento na dureza de seus tecidos, resultando no retardamento da penetração, desenvolvimento e produção de ovos pelo nematoíde (CHARCHAR, 1999). Mesmo com este grau de tolerância, as perdas em cultivos de batata com esta cultivar podem chegar a 35%, se outras medidas não forem utilizadas preventivamente (CHARCHAR; MOITA, 2001).

No Centro Internacional de La Papa (CIP)-Peru, foram identificados genes de resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* na espécie silvestre *Solanum sparsipilum* e outras espécies não cultivadas do gênero. Atualmente, este material tem sido utilizado em programas avançados de melhoramento na França e outros países, com perspectivas de lançamento futuro de materiais com resistência ao nematoíde-das-galhas. A espécie *S. tuberosum* subsp. *andigena* tem sido utilizada para resistência a *M. hapla* (SCURRAH, 2008).

Não são conhecidas fontes de resistência para os nematoídes-das-lesões-radiculares. Porém, existe algumas cultivares de batata, como 'Peconic' e 'Hudson' que são mais tolerantes a *P. penetrans* que outros, mas os resultados são ainda inconclusivos e as pesquisas em relação à procura de fontes de resistência a *Pratylenchus* spp. são escassas (MAI et al., 1990).

Para os nematoídes formadores de cisto (*Globodera* spp.), o emprego de variedades resistentes nos países de sua ocorrência reduzem a população do nematoíde no solo em torno de 95%. Entre as variedades comerciais da Europa e América do Norte, há disponibilidade de excelentes fontes de resistência a *G. rostochiensis*. Tem-se encontrado também boa resistência para algumas raças de *G. pallida* (MAI et al., 1990).

Cultivares nativas como *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* e *S. sparsipilum* apresentam bons níveis de resistência a *Nacobus aberrans* (MAI et al., 1990).

Controle químico

O controle químico embora de alto custo financeiro e ambiental, constitui-se alternativa eficiente

de controle. Não deve ser visto como única e nem a mais eficaz medida de redução dos níveis populacionais dos nematoides. Atualmente existem 10 produtos comerciais nematicidas registrados para uso em plantios de batata (no total 04 ingredientes ativos: cadusafós, metilcarbamato de benzofuranila, metam-sódico e fenamifós) e informações a respeito de seus registros e características afins encontram-se disponíveis no sistema AGROFIT do site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cujo endereço para consulta é: <http://www.agricultura.gov.br/>.

A decisão de utilização de nematicidas é condicionada a um aumento no valor da produção de pelo menos três ou quatro vezes o investimento. Entretanto, não deve ser negligenciado o fato de que são produtos altamente tóxicos ao homem e ao ambiente. Vale lembrar que produtos como aldicarbe – Temik 150® já tiveram registro cancelado sendo proibida sua recomendação e aplicação. Em terrenos com alta população de nematoides, após vários cultivos de plantas suscetíveis, pode ser necessária a aplicação de nematicidas registrados, visando à redução da população em curto prazo. Recomenda-se, neste caso, para maior eficiência, que a aplicação de produtos seja integrada com outras medidas de manejo, e sob a supervisão próxima de um engenheiro agrônomo.

Finalmente, é de fundamental importância esclarecer que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios. A integração das diferentes práticas certamente levará o produtor de batata a obter tubérculos de qualidade, com vantagens econômicas e com respeito ao consumidor e ao meio ambiente.

Produção de sementes

A legislação vigente para a produção de sementes de batata, Instrução Normativa número 32 de 20 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), estabelece que para nematoides, a amostra de tubérculos dos lotes de sementes que é enviada para os laboratórios, tanto para material nacional quanto importado, deve ser de 100 tubérculos. Para os nematoides quarentenários a tolerância é de 0%; já para os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) presentes no Brasil, a tolerância é de 0% para a classe básica G0, 1 % para a classe básica G1, G2 e G3, e de 2, 3 e 5% para as classes C1, C2 e S,

respectivamente. Para os nematoides-das-lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.), estas porcentagens máximas são de 0, 1, 2, 5 e 10%, respectivamente.

Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. Boston: Elsevier, 2005. 921 p.
- ANTHOINE, G.; MUGNIÉRY, D. Crossing experiments with South American populations of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: *Pratylenchidae*). **Nematropica**, Auburn, v. 36, p. 67-77, 2006.
- ASSCHEMAN, I. E.; BRINKMAN H.; BUS, C. B.; van DELFT, M.; HOTSMA, P. H.; MEJERS, C. P.; MULDER, A.; TURKENSTEEN, L. J.; WUSTMAN, R. **Potato Diseases (Diseases, Pest and Defects)**. NIVAA, Holland, 1996, 179 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 32 de 20 de nov. de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 de nov. 2012. Seção 1, p. 4.
- 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. Nematóides associados à cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) nas principais regiões de produção do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 49-59, 1997.
- 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/CNPH-DOCUMENTOS-18-NEMATOIDES-EM-HORTALICAS.pdf>> Acesso em: 10 abr. 2015.
- CHARCHAR, J. M.; LOPES, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; MOITA, A. W. Efeitos de Nematicidas Fumigantes e da Resistência de Genótipos nos Danos de *Meloidogyne* spp. e *Ralstonia solanacearum* em Batata. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 20-26, 2007a.

- CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata à infecção por *Meloidogyne incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 2, p. 189-193, nov. 1996.
- CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Resistência de genótipos de batata a *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 535-540, 2001.
- CHARCHAR, J. M.; NETO, J. P.; ARAGÃO, F. A. S. Controle químico de *Meloidogyne* spp. em batata. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2003.
- CHARCHAR, J. M.; VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R.; MOITA, A. W. Efeitos de Nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 59-66, 2007b.
- CHITWOOD, B. G.; BUHRER, E. M. Summary of soil fumigant tests made against the golden nematode of potatoes (*Heterodera rostochiensis*, Wollenweber), 1942-1944. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, Washington, v. 12, p. 39-41, 1945.
- CURI, S. M.; SILVEIRA, S. G.; MIRANDA, H.; VIVARELLI, J. B. *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, 1941 em Batata no Estado de São Paulo, **Nematologia Brasileira**, Campinas, DF, v. 14, p. 143-145, 1990.
- DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; ROCHA, F. S.; SILVA, J. R. C.; POZZA, E. A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 405-407, 2006.
- FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematóides das lesões radiculares. In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, Gráfica e Editora PE. Berthier, 7.: 157-195pp., 1999.
- GOMES, C. B.; SOUZA, R. M. Doenças causadas por nematóides. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 321-349.
- INOMOTO, M. M. Nematóides em Batata. **Revista Batata Show**, Itapetinga, Ano 1, n. 1, p. 21-22, maio, 2001.
- JATALA, P. Nematodes in tuber and root crops and root crops and their management. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 11, 1989, Manila. **Proceedings...** [Philippines?: s.n.], 1989.
- JATALA, P. **Nematodos parasitos de la papa**. Lima: CIP, 1986. 19p. (CIP. Boletim de Informaciona Tecnica, 8).
- JATALA, P.; SCURRAH, M. M. Mode of dissemination of *Nacobus* sp. in certain potato-growing areas of Peru and Bolivia. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 7, n. 25, 1975.
- JENSEN, H. J.; ARMSTRONG, L.; JATALA, P. **Annotated bibliography of nematodes pests of potato**. Joint Publication of the Internacional Potato Centre, Apartado 5969, Lima, Peru and Oregon State University Agricultural Experiment Station, Corvallis, Oregon., 315p., 1979.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo, Nobel, 1973.
- MAI, W. F.; BRODIE, B. B.; HARRISON, M. B.; JATALA, P. Nematodes. In: HOOKER, W. J. (Ed). **Compedium of Potato Diseases**. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1990. p. 93-101.
- MANSO, E. C.; TENENTE, R. C. V.; FERRAZ, L. C. B.; OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematoides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 488p.
- MOURA, R. M. O Gênero *Meloidogyne* e a Meloidoginose - Parte I. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 209-244, 1996.
- PINHEIRO, J. B.; LOPES, C. A. Manejo Integrado de nematoides em cultivos de batata. In: Laércio Zambolim. (Org.). **Produção Integrada da Batata**. Viçosa, MG: UFV, 2011. v. 2, p. 69-94.

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

SANTOS, M. A. Fitonematóides do gênero *Pratylenchus* em batata. **Revista Batata Show**, Itapetinga, Ano 4, n. 9, p. 35-36, set. 2004.

SCURRAH, M. L.; NIERE, B.; BRIDGE, J. Nematodes Parasites of Solanum and Sweet Potatoes. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (eds). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2 ed. Oxfordshire: CAB, p.193-219, 2 ed, 2005.

SCURRAH, M. **Manual de manejo de nematodos em campos de papa em El Peru**. Proyecto INCO DEV "Evaluating new traits for potato in the Central Andes with an appropriate poverty focus". Lima, 73p. 2008.

SHARMA, R. D. Adubação verde no controle de fitonematóides, p. 237-272. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F (eds). **Cerrado: Adubação Verde**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 369 p. 2006.

SILVA, A. R.; SANTOS, J. M. **Nematóides na Cultura da Batata no Brasil**. 1ª edição, São Paulo, Associação Brasileira da Batata - ABBA, 55p., 2007.

TENENTE, R. C.; MANSO, E. S. B. G. C. Nematóides formadores de cistos em batata. **Comunicado Técnico**. Centro Nacional de Recursos Genéticos-Cenargen, Embrapa, n. 6, nov. 1983.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Integrated pest management for potatoes in the western United States**. Oakland, 1987. 146p. (University of California. Publication, 3316).

WHEELER, T. A.; MADDEN, L. V.; RIEDEL, R. M.; ROWE, R. C. Distribution and yield-loss relations of *Verticillium dahliae*, *Pratylenchus penetrans*, *P. scribneri*, *P. crenatus* and *Meloidogyne hapla* in commercial potato fields. **Phytopathology**, v. 84, p. 43-52, 1994.

WINSLOW, R.D.; WILLIS, J.R. Nematode diseases of potatoes. In: Webster, J. M., ed **Economic nematology**. London, Academic Press, p.17-48, 1972.

ZAAG, D.E.; van DER et al. (eds.) Diseases caused by nematodes. **Potato Diseases; diseases, pests and defects**, NIVVA HOLLAND, p.86-101, 1996.

Circular Técnica, 143

Embrapa Hortaliças
Endereço: Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis,
km 9, Caixa Postal 218, CEP 70.351-970,
Brasília-DF,
Fone: (61) 3385-9000
Fax: (61) 3556-5744
SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br/hortaliças



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição
1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Ricardo Borges Pereira
Secretária: Gislaine Costa Neves
Membros: Miguel Michereff Filho, Milza Moreira Lana,
Marcos Brandão Braga, Valdir Lourenço
Júnior, Daniel Basílio Zandonadi,
Caroline Pinheiro Reys, Carlos Eduardo
Pacheco Lima, Mirtes Freitas Lima

Expediente

Supervisor editorial: George James
Normalização bibliográfica: Antonia Veras
Editoração eletrônica: André L. Garcia