

CAPITULO 18

MANEJO DE NEMATOIDES

Guilherme Lafourcade Asmus¹

Mário Massayuki Inomoto²

Rosângela Aparecida Silva³

Rafael Galbieri⁴

18.1 - INTRODUÇÃO

Os nematoides fitoparasitos configuram-se como importantes patógenos do algodoeiro que, sob condições favoráveis, podem ser responsáveis por significativas reduções de produtividade. Em áreas tradicionais de cultivo de algodão tais como as dos Estados de São Paulo e Paraná, os nematoides foram e ainda são responsáveis por expressivas perdas. Nessas áreas, não raro, realizam-se duas aplicações de nematicidas, no plantio e em cobertura, para se obter uma razoável proteção das raízes e produtividades adequadas.

Como regra, as perdas causadas por fitonematoides são insignificantes em áreas de exploração agrícola recente, devido à sua pequena capacidade de dispersão. Sendo assim, a migração relativamente recente da produção de algodão para a região central do país fez com que, por alguns anos, os nematoides deixassem de configurar entre os principais fatores de risco à produção. De fato, até cerca de oito anos não havia informações sobre os fitonematoides em algodoais na região do Cerrado. Contudo, levantamentos realizados a partir de 2002 demonstraram que esses patógenos são mais comuns nos algodoais do que se acreditava. Nos dias atuais, esses parasitos seguidamente obrigam os cotonicultores a optarem por cultivares que detenham algum nível de resistência e, até mesmo, a introduzirem no

¹ - Eng. Agr. D.Sc. Pesquisador e Chefe Adjunto de P & D da Embrapa Agropecuária Oeste., Dourados, MS. E-mail: asmus@cpao.embrapa.br e chpd@cpao.embrapa.br

² - Eng. Agr. D.Sc. Professor da Universidade de São Paulo. – Piracicaba - SP
E-mail: mminomot@carpa.ciagri.usp.br

³ - Enga. Agra., MSc, Doutora, Professora UNIVAG. Departamento de Fitopatologia. AV. Dom Orlando Chaves, 2655 - Cristo Rei - 78118-000 - Várzea Grande, MT – Brasil . E-mail: radsilvas@gmail.com

⁴ - Engo. Agro., MSc. Pesquisador do IMAMT – Primavera do Leste, MT
E-mail: rafaelgalbieri@imamt.com.br

programa de manejo o uso de produtos que possam conferir proteção as raízes e consequentemente aumentar a produção.

Além disso, o atual modelo de exploração agrícola do cerrado, baseado em reduzido número de culturas anuais, cultivadas em extensas áreas por vários anos consecutivos, com intenso tráfego de máquinas e implementos, constituiu-se em importante fator de seleção, dispersão e aumento de populações de nematoides fitoparasitos, colocando em risco a produção econômica dessa cultura. O modelo de cotonicultura iniciado na década de 1990 passou por transformações relevantes quanto ao sistema de cultivo, devido principalmente ao custo de produção. Atualmente o algodão adensado (cultivado em espaçamento menor, com até 300 mil plantas/ha) plantado em janeiro, após o cultivo da soja precoce é uma realidade em alguns Estados, como no Mato Grosso. Esse é o quadro atual, no qual a questão dos fitonematoides voltou a interessar e preocupar os cotonicultores, pois é um modelo agrícola que oferece sítios de alimentação aos fitonematoides durante quase todo o ano, uma vez que três espécies são comuns às duas culturas, soja e algodão.

Outra questão que amplia a importância atual dos fitonematoides são as cultivares de algodoeiro utilizadas no Cerrado, que são apenas tolerantes ou com moderada resistência aos nematoides (ex: FMT 701 e Fibermax 993).

O conhecimento atual sobre a distribuição de algumas espécies de nematoides na região do Cerrado é ainda muito limitado. No entanto, levantamentos sistemáticos de ocorrência em áreas de produção de algodoeiro foram realizados nos Estados de GO, MS, MT, BA e SP de 2002 a 2005. Dentre as várias espécies que são patogênicas ao algodoeiro, os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne incognita*), reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) foram encontrados, em frequências variáveis, em todos os Estados amostrados (Figura 1). Uma vez que em muitas áreas o algodoeiro está sendo utilizado em sucessão a soja e, considerando os levantamentos realizados nessa cultura em 2009 e 2010 no Estado de Mato Grosso, fica claro que a distribuição e a densidade populacional dos nematoides estão aumentando, principalmente de *M. incognita* e *R. reniformis*. Atualmente, nas principais áreas de produção de algodão do cerrado já são observadas lavouras onde os nematoides constituem-se em fatores limitantes à produção. Situações como as encontradas em Acreúna, Iumbiara, Paraúna e Santa Helena de Goiás (GO), Aral Moreira (MS), Pedra Preta, Alto Garças, Itiquira, Rondonópolis, Campo Verde, Primavera do Leste, Lucas do Rio Verde e Sorriso (MT) e em algumas lavouras irrigadas no oeste da BA são exemplos preocupantes da dimensão dos riscos potenciais decorrentes do aumento das

populações dos fitonematoides no Cerrado. As maiores frequências de *M. incognita* e *R. reniformis* em Goiás (Figura 1) refletem a condição comum em áreas mais antigas de produção. A alta ocorrência de *P. brachyurus* observada no Brasil Central pode ter origem na crescente adoção da semeadura direta sobre palhada de gramíneas, a maioria das quais suscetíveis ao nematoide, ou soja, que apresenta várias cultivares suscetíveis, e ainda ao avanço da atividade agrícola para áreas marginais, em solos arenosos, condição na qual os danos causados pelo nematoide são mais intensos. Há outras importantes espécies de nematoides que causam danos ao algodoeiro, tais como *Hoplolaimus galeatus*, *H. columbus* e *Belonolaimus longicaudatum*. Felizmente as duas últimas não ocorrem no Brasil e *H. galeatus* tem ocorrência muito pequena no nosso País.

Independentemente da espécie, nematoides fitoparasitos causam sintomas na parte aérea do algodoeiro que refletem sua ação patogênica nas raízes. Sendo assim, não raro são confundidos com condições adversas do solo (compactação, deficiência de nutrientes minerais, estresse hídrico) ou mesmo com outros patógenos. Algumas particularidades, no entanto, são próprias a cada uma das espécies e podem ser utilizadas em auxílio à diagnose.

Uma vez que os nematoides estejam presentes em altas populações, torna-se mais difícil o manejo das áreas infestadas e dificilmente uma única medida de controle apresentará suficiente eficiência para que se retomem as produtividades que são obtidas na ausência desses parasitos. Sendo assim, todas as ações que eviem a introdução, a disseminação ou o aumento populacional dos nematoides são de extrema importância e se constituem na base da sustentabilidade da propriedade agrícola. Neste particular: a diversificação da produção por meio do sistema integração lavoura e pecuária (SILP) ou da rotação do algodoeiro com culturas não suscetíveis, bem como a escolha correta de cultivares de cobertura para a produção de palha para o sistema plantio direto (SPD), são de fundamental importância. Após a constatação da ocorrência de uma ou mais espécies na propriedade, as táticas de manejo são alteradas pela necessidade de se recorrer ao uso de cultivares resistentes, uso de nematocidas ou de agentes de biocontrole, e de se optar por culturas em rotação que não multipliquem os fitonematoides.

O nematóide-das-galhas é o mais danoso das espécies de nematóides em algodoeiro cultivado em solos arenosos, e em quase todas as regiões produtoras. Por exemplo, já foi relatado na cultura do algodão em países tão diversos como Etiópia, Gana, África do Sul, Tanzânia, Uganda, Zimbábue, Egito, Síria, Turquia, Paquistão, China, Índia, Brasil e Estados Unidos. No Brasil, *M. incognita* é importante patógeno de várias plantas cultivadas além do algodoeiro, tais como batata, beterraba, café, cana-de-açúcar, cenoura, cravo, feijoeiro, figueira, fumo, mamoeiro, melão, pepino, pessegueiro, quiabeiro, soja, tomateiro e videira. Diversas plantas invasoras são suscetíveis a *M. incognita*, aspecto que deve ser levado em conta para o manejo do nematóide.

Biologia e relações parasitárias

À semelhança da maioria dos nematóides parasitos de plantas, os nematóides-das-galhas apresentam as fases de ovo, quatro estádios juvenis e fase adulta. No gênero *Meloidogyne*, a primeira ecdise se dá dentro do ovo e o juvenil de segundo estádio emerge. Este é esbelto (Figura 2) e tem grande importância biológica, pois é a fase infectiva da espécie; normalmente é encontrado no solo ou nas massas de ovos produzidos pelas fêmeas. Os demais estádios juvenis (Figura 3A) e a fêmea adulta (Figura 3B) são encontrados nas raízes e são sedentários. A infecção da raiz pelo juvenil de segundo estádio se dá nas proximidades da região apical; em seguida, ocorre o caminhar pelo córtex, a fim de atingir o estelo da raiz, onde inicia o parasitismo. Para tanto, incita à formação de células nutridoras, hipertrofiadas “gigantes”, do tipo cenócito, em número de 4 a 8, de onde obtém alimento. O macho adulto recupera a mobilidade ao readquirir a forma esbelta na última ecdise (Figura 4). A fêmea adulta é obesa, com formato de pera ou abacate, e normalmente ompe o córtex radicular durante seu crescimento, ficando com a região posterior do corpo exposta na superfície da raiz; os ovos são colocados no solo e são envolvidos por uma matriz gelatinosa, formando massa de ovos que pode ser observada na parte externa das raízes. Cada fêmea pode colocar de 200 a 1.000 ovos, em média 400. A espécie *M. incognita* em particular reproduz-se por partenogênese, apesar da ocorrência de machos.

Uma característica biológica que precisa ser destacada em *M. incognita* é a diferenciação em quatro raças, das quais somente duas (raças 3 e 4) são parasitas do algodoeiro. A raça 3 é a mais comum em algoduais, mas não há evidências robustas de que uma delas seja mais agressiva que a outra.

Hospedeiros

Mais de 2.000 espécies vegetais são suscetíveis a *M. incognita*. Listam-se entre elas quase todas as plantas anuais de importância agrícola, várias espécies de frutíferas, florestais, coberturas vegetais, adubos verdes e plantas invasoras. Por essa razão, torna-se mais fácil enumerar as plantas resistentes, que são, infelizmente, em número muito pequeno: amendoim, mamona, plantas cítricas, eucalipto, pinheiros (*Pinus* spp.), *Panicum maximum*, capim-braquiará, capim-Sudão (*Sorghum sudanense*), *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora*.

No sistema tradicional de cultivo de algodão, ou seja, plantio no final da primavera, colheita no final do outono, destruição de soqueira e pousio no inverno e início da primavera, o nematóide apresenta densidades populacionais baixas durante o pousio, sobrevivendo precariamente em plantas voluntárias de algodão ou nas plantas invasoras suscetíveis, principalmente das famílias Fabaceae, Caesalpinaceae, Convolvulaceae e Asteraceae. Em regiões em que as condições climáticas propiciam dois ciclos culturais anuais - soja e algodão safrinha, plantado em final de janeiro e fevereiro, por exemplo - as perdas causadas pelo nematóide-das-galhas normalmente são maiores, pela presença de muitas plantas suscetíveis por mais tempo durante o ano. Esse sistema vem crescendo, sobretudo no Estado de Mato Grosso, onde nas safras 2008-09 e 2009-10 foram cultivados 5.000 e 50.000 ha, respectivamente, e em 2010-11 mais de 70.000 ha. Nessas áreas, se infestadas, a população do nematóide tende a ser mantida muito alta durante o ano, acarretando a necessidade de manejo intensificado para seu controle efetivo. No Brasil, os cultivos irrigados de algodão são aqueles em que se verificam as maiores perdas, principalmente na sucessão algodão-milho, pelo importante papel do milho na manutenção de altas populações de *M. incognita*, visto que quase todos os seus híbridos comerciais são suscetíveis ao nematóide e a maioria dos agricultores desconhece o fato.

Para algumas plantas originalmente suscetíveis a *M. incognita*, como soja e caupi, foram desenvolvidas cultivares melhoradas para resistência ao nematóide, mas estas não foram testadas em condições de campo como opções para o controle de *M. incognita*.

Ecologia

Meloidogyne incognita é um organismo de clima tropical e subtropical por excelência, pois a faixa ótima para seu desenvolvimento é de 25 a 30 °C. Outro fator do ambiente com grande influência sobre *M. incognita* é a textura do solo. O nematóide apresenta grande preferência por solos arenosos ou médio-argilosos (< 25% de argila), com relação direta e proporcional com o teor de areia do solo: quanto mais areia, maior a população do nematóide. Na cultura do algodão, as maiores perdas causadas por *M. incognita* se dão em solos com mais de 50% de areia e menos de 10 % de argila. Em algodoads, raramente é encontrado em parasitismo conjunto com *R. reniformis*, pois este é mais adaptado a solos com textura médio-argilosa (25 a 35% de argila) ou mesmo argilosa (> 35% de argila) e apresenta maior capacidade de competição e sobrevivência em relação a *M. incognita*. Entretanto, é comum o encontro de *M. incognita* e *Pratylenchus brachyurus* na mesma planta de algodão, não se conhecendo o efeito de um sobre o outro nessas condições.

Em culturas anuais, a distribuição vertical de *M. incognita* acompanha a das raízes das plantas, com as maiores densidades na faixa de 5 a 30cm abaixo da superfície do solo e densidades muito menores na faixa de 30 a 100cm.

Na ausência de plantas suscetíveis, o nematóide-das-galhas sobrevive somente 6 a 12 meses, no que difere de *R. reniformis*, conforme será visto na sequência. Temperatura na faixa de 15-20 °C e umidade do solo em torno de 50% da capacidade de campo estão associadas a maiores períodos de sobrevivência, pelo menor gasto energético dos juvenis no solo, pela menor taxa de deterioração dos restos de raízes e pela menor atividade de organismos nematófagos. No Brasil, por outro lado, é muito raro *M. incognita* se ver totalmente desprovido de alimento, mesmo no período de entressafra, pois, como mencionado anteriormente, a grande maioria das plantas cultivadas e invasoras é suscetível a esta espécie.

Há importante associação entre *M. incognita* e o fungo causador da murcha fusariana do algodoeiro (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), uma das mais importantes doenças da planta. O parasitismo do nematóide aumenta a predisposição do algodoeiro à murcha fusariana. Além disso, cultivares de algodoeiro com resistência genética à murcha têm tal característica diminuída ou eliminada se parasitadas por *M. incognita*. Esse efeito pode ser função dos danos radiculares causados pelo nematóide, facilitando a entrada do fungo. Porém, como esse nematóide é endoparasito sedentário e não causa muitos danos ao córtex durante sua fase

migratória, parece mais coerente se atribuir o efeito sinérgico entre *M. incognita* e *F. oxysporum* à inibição da formação da tilose. As tiloses são formadas nos vasos do xilema pela expansão de células do parênquima e representam resposta de resistência à infecção por *Fusarium*. As células do parênquima que sofreram modificações, devido à formação das células gigantes, são improváveis produtoras de tiloses.

No Estado de Mato Grosso, até há pouco eram raros os registros de ocorrência da murcha fusariana, mas esse quadro tem se alterado rapidamente desde 2003, principalmente nas regiões centro e centro-leste do Estado como em Campo Verde e Primavera do Leste. Hoje são comuns plantações com sintomas conspícuos da murcha, normalmente em associação com sintomas de galhas nas raízes, situação altamente preocupante, pois a maioria das cultivares plantadas nesse Estado são suscetíveis tanto a *F. oxysporum* como a *M. incognita*.

A outra espécie de *Meloidogyne* que parasita algodoeiro, *M. acrona*, é relatada como muito daninha, porém sua ocorrência é limitada a alguns países do sul da África (ex.: Maláui).

Disseminação

No Brasil, *M. incognita* tem ocorrência concentrada em algodoads do Paraná e São Paulo - tradicionais Estados produtores -, Goiás e oeste da Bahia. Atualmente, sua ocorrência no Mato Grosso do Sul e Mato Grosso não é generalizada, mas tem-se verificado nos últimos anos consistente tendência de aumento de sua disseminação. Provavelmente *M. incognita* foi levado às diferentes regiões do País por meio de mudas de caféiro, frutíferas e ornamentais, ou ainda tubérculos de batata (batata semente). Alguns trabalhos realizados na Mata Atlântica demonstraram que essa espécie fazia parte a fauna original daquele bioma, portanto pode ter se adaptado ao agroecossistema e posteriormente disseminado. Atualmente, o transporte por meio de solo aderido a implementos agrícolas é considerado de maior importância. De fato, essa espécie ocorre principalmente em locais em que anteriormente houve o plantio de batata ou plantas propagadas por mudas, ou ainda naquelas em que se fez uso de maquinário proveniente de outras propriedades. Não é incomum que produtores que possuem várias fazendas, sendo uma delas infestada, terminem com todas na mesma situação por causa de seus implementos. A disseminação a curtas distâncias dá-se quase que exclusivamente por enxurradas (Figura 5).

Sintomas, danos e perdas

O nematoide-das-galhas induz à formação de sítios de alimentação (células nutritoras) no estelo, causa modificações celulares e perda de raízes, resultando em redução de tamanho e eficiência do sistema radicular. O nematoide ainda provoca aumento da divisão celular no córtex da raiz, originando as características galhas, principalmente nas raízes secundárias (Figura 6). Devido à desorganização da estrutura do estelo, há prejuízo na translocação ascendente de água e nutrientes. Devido a essas modificações nas raízes, ocorrem sintomas reflexos, como diminuição na área foliar, deficiências minerais (Figura 7A) e murchamento temporário e excessivo durante o período mais quente do dia. Nas folhas, é possível a observação de mudanças de coloração, variando desde o amarelo até o vermelho intenso. Em quadros mais graves, os sintomas podem evoluir para crestamento generalizado, com desfolha muito intensa. Sintoma bastante típico é o mosqueamento amarelo, distribuído pelo limbo foliar, em contraste com o verde normal levemente claro. Essas áreas amareladas passam posteriormente a uma tonalidade castanha, tornando-se, finalmente, necrosadas. Esse sintoma é conhecido pelos cotonicultores como "carijó" do algodoeiro (Figura 7B). Baixas produtividades são consequência de raízes muito parasitadas e danificadas por esse nematoide, sendo comum, em áreas altamente infestadas, falhas, ou seja, reboleras de plantas pequenas ou mesmo mortas (Figura 8). Embora se encontre na literatura associação entre infestação por *M. incognita* e atraso no desenvolvimento da planta de algodoeiro, no Brasil é mais comum ocorrer o contrário, ou seja, as plantas finalizam o período de crescimento vegetativo precocemente, quando ainda estão com porte reduzido.

Grande parte do nosso conhecimento atual sobre as relações entre *M. incognita* e algodoeiro tem base em trabalhos norte-americanos, realizados principalmente no Estado do Texas, e em trabalhos nacionais feitos entre 1960 e 1990, quando a cotonicultura concentrava-se nos Estados de São Paulo e Paraná. Em Goiás e oeste da Bahia, regiões com altas incidências de *M. incognita* em algodoeiros, as perdas observadas são muito maiores que as relatadas na literatura, quicá como reflexo do tipo de sistema de cultivo. Longas sucessões de plantas suscetíveis, típicas de cultivos irrigados, e preferência por cultivares australianas altamente produtivas, mas intolerantes a *M. incognita*, são prováveis causas do quadro observado nas regiões citadas.

Trabalhos recentes demonstraram que o limite de tolerância do algodoeiro, tanto das cultivares suscetíveis como das resistentes, é muito baixo. Perdas de produção são observadas em níveis populacionais iniciais tão baixos como 10 juvenis/

200 cc de solo. Em termos práticos, isso significa que a mera presença de *M. incognita* é suficiente para causar perdas de produção. Os autores estimam que as áreas infestadas representam cerca de 10% do total cultivado com algodão no Brasil; nessas áreas, as perdas de produtividade são de 10 a 40%.

Controle

Tradicionalmente, o controle do nematoide-das-galhas na cultura do algodão tem como base três métodos: cultural (rotação com plantas não hospedeiras ou resistentes), genético (cultivares resistentes) e químico (nematicidas).

A rotação ou sucessão com plantas não hospedeiras ou resistentes figura como principal método de controle do nematoide-das-galhas na cultura do algodoeiro, apesar do pequeno número de plantas anuais que podem servir de opção. A cultura mais utilizada com essa finalidade, principalmente nos Estados Unidos, é o amendoim. No Brasil, a experiência com o amendoim é pequena, mas altamente auspiciosa, podendo ser considerada a cultura para rotação mais indicada.

Mamona, *Pericarpium maximum*, *Brachiaria brizantha*, *B. ruizizensis*, *B. humidicola*, *B. decumbens* e sorgo BR 601 (sorgo para silagem) são outras plantas resistentes que podem servir de opção. No Estado de Mato Grosso, as braquiárias vem ganhando destaque nos últimos quatro anos, porém o maior motivo para tal procedimento é seu uso para formação de palhada para o SPD, com consequente redução no custo do controle de plantas invasoras. Há estimativas realistas de que o uso de braquiária para formação de palhada propicie economia de cerca de 200 reais por ha em herbicidas. Além disso, as braquiárias podem ser utilizadas como forrageiras consorciadas com algodão e milho, dentro do SILP. No entanto, a importância das braquiárias com o objetivo de reduzir a população de *M. incognita*, na maioria dos casos, é amplamente subestimada.

Soja e feijão-de-corda (caupi) são plantas suscetíveis a *M. incognita*, mas há genótipos resistentes no mercado. No entanto não há estudos de campo suficientes para confirmar a eficácia de seu uso no manejo de *M. incognita* na cultura do algodão.

Alguns adubos verdes são capazes de reduzir a população desse nematoide. Experiências bem sucedidas com a mucuna preta são relatadas na literatura, mas sabe-se que *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* são superiores na capacidade de suprimir *M. incognita* do solo, desde que se faça o adequado controle das plantas invasoras. Essa leguminosa além de ser resistente ao parasita, promove a

produção de compostos tóxicos ou inibitórios para os fitonematóides bem como cria condições favoráveis para o desenvolvimento de antagonistas a eles. Essa opção de manejo ainda não é amplamente incorporada no Cerrado brasileiro, porém no Estado de Mato Grosso vem sendo utilizada de acordo com o crescimento de áreas altamente infestadas. Nessas áreas verificou-se redução da população do nematoide e aumento de produtividade do algodoeiro nos anos subsequentes à sua utilização. Nos últimos três anos, as crotalárias têm sido cultivadas em grandes áreas do Estado de Mato Grosso, mas infelizmente, essa opção tem sido adotada apenas visando ao controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja.

A aveia preta, que é utilizada como cobertura vegetal em algumas regiões cotoiculoras de São Paulo e Mato Grosso do Sul, deve ser evitada se a área estiver infestada por *M. incognita*, pois a maioria das cultivares comerciais, como Campeira-Mor e Garra, é suscetível ao nematoide-das-galhas. Aveia branca e a amarela, embora também sejam suscetíveis, propiciam menores aumentos populacionais de *M. incognita* que a aveia preta.

Por fim, deve-se destacar que o milho é um grande multiplicador do nematoide-das-galhas e, quando utilizado em rotação ou sucessão, pode contribuir para a ocorrência de perdas causadas por *M. incognita* em algodão. Poucas vezes isso fica claro ao agricultor, pois embora o milho seja suscetível a *M. incognita*, ao mesmo tempo apresenta elevada tolerância, ou seja, somente sofre perdas de produção se *M. incognita* ocorrer em populações muito elevadas. É conveniente lembrar que não existem exceções. Alguns híbridos de milho apresentam moderada resistência, é o caso de P30F80, mas sempre em grau insuficiente para reduzir a população do nematoide.

Em relação às cultivares resistentes, devem-se tecer algumas considerações em relação à terminologia utilizada. Resistência da planta ao nematoide refere-se à capacidade de a planta limitar a reprodução do nematoide; enquanto tolerância da planta ao nematoide refere-se à capacidade de a planta se desenvolver satisfatoriamente, apesar da infestação do nematoide. Embora o uso de cultivares resistentes que apresentem também tolerância seja a maneira mais efetiva e econômica de controle de nematoides em algodoeiro, a técnica apresenta aplicabilidade muito limitada no Brasil, pois nenhuma das cultivares disponíveis no mercado apresenta níveis elevados de resistência a *M. incognita*. A bem da verdade, algumas cultivares, como Acala NemX e Stoneville LA887 apresentam elevada resistência a *M. incognita*, reduzindo em 80 a 95% sua reprodução, mas são materiais com baixos potenciais produtivos e não são encontrados no nosso mercado.

No Brasil, as cultivares mais resistentes são IAC 25 RMD e IAC 96/414; as cultivares IPR 140 e BRS Cedro apresentam resistência moderada a *M. incognita*. Porém, esses materiais, quando em áreas sem a ocorrência de nematoide-das-galhas, são suplantados em produtividade por cultivares mais adaptados às condições do Cerrado brasileiro. Seu potencial produtivo está na faixa de 280 a 330 @ de algodão com caroço (não beneficiado)/ha em condições ótimas e na ausência de nematoides. Em áreas infestadas por *M. incognita*, esses materiais apresentam produtividades de 180 a 240 @ de algodão com caroço/ha, em parte porque sua resistência provavelmente é termo-dependente, tendo a expressão afetada negativamente em temperaturas do solo acima de 30°C. Para comparação, cultivares como Delta Opal e Fibermax 966, FMT 701 e Fibermax 993 podem atingir 350 a 400 @ de algodão com caroço/ha em condições ótimas e na ausência de nematoides; em áreas infestadas, as produtividades dessas cultivares ficam próximas de 200 @/ha.

Pelo fato do problema com nematoides ser recente na cadeia produtiva do Cerrado, os programas de melhoramento genético da cultura em atuação nessa região estão reformulando suas prioridades, e nematoides são classificados atualmente como uma das principais. Assim a busca por materiais resistentes/tolerantes será cada vez mais acentuada através de avaliações em condições de campo - já que cada vez mais será comum na região áreas com alta infestação do patógeno -, como em ambientes controlados em casas de vegetação. Recentemente, como auxílio na busca de genótipos superiores, vem sendo difundido também a utilização de ferramentas no nível molecular como seleção assistida por marcadores, possibilitando avaliações no início dos programas e aumentando as chances de cumprir o objetivo de desenvolver genótipos resistentes/tolerantes e adaptados as condições do Cerrado brasileiro.

Também é importante mencionar que o uso de cultivares resistentes não pode ser visto como o único método de controle do nematoide-das-galhas. Outras medidas devem ser associadas, com vistas ao efetivo manejo de *M. incognita*, pelas razões acima apresentadas, aliado ao risco de o uso prolongado de cultivares resistentes poder levar à seleção de populações do patógeno que suplantem essa resistência.

Por outro lado, pela facilidade de adoção e por não implicar custos adicionais de produção, o uso de cultivares tolerantes constitui medida eficiente para viabilizar a cultura, em face desse parâmetro. De fato, ainda que não impeçam, como os genótipos resistentes, a multiplicação dos nematoides, as cultivares tolerantes, se não evitam totalmente, podem, pelo menos, tornar mínimos os danos às plantas e as perdas na

produção. Esses materiais já estão disponíveis para os produtores no Cerrado brasileiro. De acordo com trabalho realizado pelos autores no Estado de Mato Grosso, mesmo fazendo a rotação de cultura por um ano com *Crotalaria spectabilis*, não foi possível eliminar a população de *M. incognita*. Os maiores ganhos em produtividade no algodoeiro se deram com a utilização de cultivares de algodão tolerantes ao nematoide no ano subsequente, mostrando a importância da utilização integrada de diferentes métodos de manejo, no caso rotação de cultura e cultivares tolerantes.

No Brasil, o controle de nematoides por via química tem sido feito tradicionalmente por meio de produtos não fumigantes, de natureza sistêmica, dos grupos quínicos dos carbamatos e organofosforados. Os nematicidas sistêmicos têm se mostrado de eficiência muito variável. São recomendados para uso no sulco de plantio, com formulação granulada ou líquida, podendo ser complementado com uma aplicação de cobertura, por volta dos 60 dias do plantio. Incrementos de produtividade da ordem de 20 a 30 @ de algodão com caroço/ha são esperados em condições normais, mas vários fatores, relacionados à textura do solo e ao regime de chuvas, influenciam na eficácia do tratamento. Produtos mais solúveis são indicados para regiões ou épocas mais secas e solos arenosos; produtos menos solúveis para regiões ou épocas mais chuvosas e solos argilosos. É importante destacar os cuidados ambientais que devem ser tomados com o uso desses produtos, principalmente os de elevada solubilidade; nesse caso, é preciso respeitar distância mínima de 100 m em relação a coleções de água potável.

Recentemente, a abamectina e a associação imidaclopride+metomil têm sido recomendadas para o tratamento de sementes. Promovem diminuição da penetração de J2 nas raízes na fase inicial da cultura, momento importante para a formação da lavoura, o que se traduz na redução da população inicial dos nematoides (menor infecção) e maior desenvolvimento das plantas. Outra vantagem do uso de compostos nematicidas em tratamento de sementes é o custo muito mais baixo em relação aos nematicidas sistêmicos aplicados no sulco, o que representa menor risco para o investimento realizado. Por outro lado, o efeito dos nematicidas em tratamento de sementes é muito curto (cerca de 30 dias) em relação ao ciclo cultural do algodoeiro (150-200 dias) e a zona de proteção é restrita ao local de deposição das sementes. Portanto, os dois métodos de aplicação de nematicidas provavelmente não são excludentes. Pelo contrário, a máxima eficácia dos nematicidas poderia ser obtida pelo tratamento de sementes em conjunto com a aplicação no sulco de plantio ou em cobertura.

É sabido que o sucesso no manejo dos nematoides depende de uma associação de práticas, para assegurar a diminuição das populações em longo prazo. Como recomendação geral, o controle de *M. incognita* em algodões de pequeno porte, com colheita manual, deve ser feita priorizando o uso de cultivares resistentes. Nessa mesma condição, mas com populações elevadas (população inicial > 50 juvenis/200 cc de solo), essa técnica é insuficiente e precisa ser conjugada com uma das outras duas, a saber, rotação ou sucessão com culturas resistentes e aplicação de nematicidas. Em algodões que ocupam extensas áreas e onde se utiliza a colheita mecânica, o ideal é escolher entre rotação/sucessão e nematicidas ou, em áreas muito infestadas, aliar as duas técnicas.

Por fim, merecem ser citadas técnicas de valor secundário, que podem ser utilizadas como medidas complementares às três principais. Uma delas é a cultura armadilha, que é feita pelo plantio de cultura suscetível, como o próprio algodão, e sua destruição antes que o nematoide inicie sua reprodução (10 a 15 dias após a penetração do juvenil de segundo estágio, que é a fase mais comum no solo). Representa perda de um ciclo cultural ou atraso no plantio; além disso, apresenta o inconveniente de que foi muito pouco testada em condições de campo. A outra é o alqueive, que é a manutenção da área sem nenhum tipo de vegetação, com a finalidade de eliminar os nematoides por falta de alimento; são necessários pelo menos três meses de alqueive para que se consiga redução significativa dos nematoides.

18.3 - O Nematóide-Reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Lindford & Oliveira, 1940)

O nematóide-reniforme é mundialmente considerado um dos principais problemas fitossanitários da cultura do algodoeiro. A espécie está amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais. É uma espécie polífaga de ampla disseminação no Brasil, sendo encontrada, por exemplo, infestando raízes de abacaxizeiro, bananeira, caféiro, mamoneira, maracujazeiro, soja, tomateiro e, em especial, algodoeiro. Embora o nematóide tenha sido detectado em várias regiões produtoras de algodão do País, sua importância como causador de danos à cultura não tem sido devidamente considerada. Contrariamente ao que ocorre com o nematóide-das-galhas, *R. reniformis* não causa sintomas visíveis nas raízes e tampouco verifica-se a ocorrência de reboleras típicas em campo. Além disso, o

limite populacional de danos é caracteristicamente superior àquele encontrado para o nematoide-das-galhas.

Nas principais regiões produtoras de algodão do mundo, o nematoide-reniforme tem crescido em importância, com aumento expressivo na área infestada nos últimos 15 anos.

Biologia e relações parasitárias

Rotylenchulus reniformis é uma espécie semi-endoparasita que apresenta, tipicamente, quatro estádios juvenis. A primeira eclipse acontece ainda dentro do ovo. Juvenis de segundo estágio eclodem e passam, no solo, por mais duas fases até que se tornem adultos imaturos. Durante essas fases, o nematoide não se alimenta. As fêmeas adultas imaturas, vermiformes, constituem-se na única fase infetiva. Os machos são comuns no solo; possuem um esfago degenerado e, aparentemente, não se alimentam. Não raro, são encontrados nematoides que mantêm as cutículas de fases anteriores aderidas ao corpo.

As fêmeas imaturas penetram apenas a parte anterior do corpo no córtex radicular (Figura 9), estabelecendo um sítio de alimentação – o sincício – a partir de uma célula da endoderme que aumenta de tamanho e incorpora células do periciclo, parênquima vascular e, por vezes, do floema, através da dissolução parcial das paredes celulares. A partir de então, o nematoide torna-se sedentário e a parte posterior do corpo, fora da raiz, aumenta de tamanho, adquirindo a forma de um rim (Figura 10). Os machos permanecem móveis no solo e, sendo *R. reniformis* uma espécie anfimítica, são atraídos para as fêmeas, tão logo estas desenvolvem seu tamanho final. Os ovos, em número de até 100, são depositados em uma massa gelatinosa que recobre as fêmeas.

Hospedeiros

Rotylenchulus reniformis é um nematoide polítrago. A relação de plantas suscetíveis inclui pelo menos três centenas de espécies vegetais distribuídas em várias famílias botânicas, incluindo culturas anuais, perenes, hortaliças, fruteiras e plantas daninhas. Das culturas de importância econômica, além do algodoeiro, o nematoide-reniforme pode parasitar soja, feijoeiro comum, feijão-caupi, mamoeiro, batateira, tomateiro, fumo, entre outras. São resistentes as culturas de milho, sorgo, amendoim, bem como trigo, centeio, aveia e cevada.

O fato de o nematoide ser um eficiente parasito de soja, onde desenvolve altas populações, é extremamente preocupante, pois uma prática atualmente crescente no Mato Grosso é o cultivo do algodoeiro em sucessão à soja de ciclo precoce (algodão de “safinha”), que pode-se constituir, ao logo dos anos, num fator de seleção e aumento das populações do nematoide, de forma a inviabilizar a cultura no médio ou longo prazo. Da mesma forma, culturas suscetíveis utilizadas para produção de palha no SPD poderão manter, ou mesmo aumentar, a população do nematoide no período da entressafra. Em áreas infestadas por *R. reniformis* devem ser evitadas as culturas de cobertura amaranto e quinoa, ambas suscetíveis ao nematoide. Por outro lado, aveia, sorgo, milho, nabo forrageiro, capim pé-de-galinha, moa, tef e braquiária são resistentes.

Variações observadas na reação de algumas espécies vegetais têm sido atribuídas à ocorrência de diferentes raças do nematoide. Na Índia, por exemplo, é bem definida a ocorrência de uma raça que é incapaz de se reproduzir em mamona e algodão. Outra se reproduz muito bem em cana-de-açúcar, cultura originalmente considerada imune. Estudos realizados com algumas populações brasileiras mostraram serem as mesmas semelhantes, em termos genéticos e em patogenicidade, àquelas que ocorrem na maioria das regiões produtoras de algodão do mundo.

Ecologia

Rotylenchulus reniformis é um nematoide que ocorre em regiões tropicais e subtropicais. Pode ser encontrado em diferentes tipos de solo, porém apresenta-se prevalente em solos de textura fina, siltosos ou argilosos. Geralmente, *R. reniformis* não é encontrado em populações mistas com nematoides-das-galhas, mesmo dividindo com estes um grande número de hospedeiros comuns, fruto de competição entre as duas espécies. Dois aspectos fazem ainda do nematoide-reniforme uma espécie bastante peculiar: o primeiro, diz respeito a sua alta capacidade de sobrevivência no solo na ausência de plantas suscetíveis, a qual é relatada por alguns autores no exterior, de até 29 meses e, no Brasil, de até 6 meses. Em condições de baixa umidade, o nematoide entra em estado de anidrobiose, suportando a dessecação melhor que outras espécies. Nematoides nesse estado podem ser facilmente disseminados por ventos fortes, que carregam partículas de solo – situação comum durante a primavera no Cerrado brasileiro, especialmente em áreas onde se pratica o cultivo convencional, com excessivo uso de grades. O segundo refere-se a sua distribuição em diferentes extratos verticais do solo. *R. reniformis* pode ser encontrado em populações relativamente altas em profundidades de até 1,2 m. Em áreas de cultivo de algodoeiro, a população do nematoide é maior na profundidade

de 20-40cm do que na de 0-20cm. É possível que, por esse motivo, o avanço do nematoide-reniforme para áreas mais recentes de exploração agrícola tenha sido menosprezado. Ainda com base em resultados de pesquisa realizada em Arat Moreira (MS), verifica-se que a presença de uma cultura suscetível, no caso o algodoeiro, foi mais importante para o crescimento da população do nematoide-reniforme do que as variações nos valores da temperatura e umidade do solo.

De forma semelhante ao que ocorre com o nematoide-das-galhas, *R. reniformis* pode aumentar a severidade de mancha causada por *Fusarium*, o que, no entanto, até o momento não tem sido verificado no Cerrado brasileiro.

Disseminação

Qualquer prática que provoque movimentação de partículas de solo é potencialmente capaz de disseminar o nematoide-reniforme. Trabalhos de pesquisa demonstraram que equipamentos agrícolas, tais como arados, grades, e até mesmo colheitadeiras podem transportar o nematoide junto ao solo aderido a rodas, discos e outros componentes. Em campos naturalmente infestados, durante o plantio e o cultivo, os pneus do trator podem disseminar até 600 nematoídes/100cc de solo aderido. Na colheita, foram encontrados até 26 nematoídes/100cc de solo aderido aos pneus da colheitadeira. Além disso, quando em anidrose, *R. reniformis* pode ser facilmente levado por ventanias. Isto é, atribuída sua recente disseminação em áreas de plantio de algodoeiro no Cerrado. Por conta do exposto, é altamente recomendável que as áreas infestadas sejam sempre as últimas a serem trabalhadas e que, após cada operação agrícola, as máquinas e equipamentos sejam devidamente lavados. A utilização de tecnologias de aplicações de defensivos mais sofisticadas como a via aérea é um método que minimiza o problema exposto acima. Isso não está muito longe da realidade no sistema de produção no Cerrado brasileiro, onde em determinadas propriedades quase que todos os tratores com fungicidas e inseticidas são leitos por essa via. Além disso, devido à menor exposição e movimentação de solo, o SPD constitui-se numa importante ferramenta no manejo de áreas infestadas.

Sintomas, danos e perdas

Os sintomas do parasitismo do nematoide-reniforme no algodoeiro são distintos daqueles iniciados pelo nematoide-das-galhas. As plantas atacadas são tipicamente subdesenvolvidas, mais baixas que as normais (Figura 11). Não é muito comum a ocorrência de clorose foliar, porém os sintomas lembram aqueles ocasionados por deficiência nutricional ou problemas de compactação do solo.

Normalmente, as rebolteiras são maiores que as causadas por outros nematoídes. A folha "carvão" (Figura 12), sintoma comum em plantas parasitadas pelo nematoide-das-galhas, apenas ocorre em algumas variedades muito suscetíveis ou em condições de altas populações do nematoide.

Nas raízes, *R. reniformis* não produz alterações visualmente muito expressivas. Há redução no volume de raízes e estas, quando arrancadas do solo, mantêm aspecto de sujas, mesmo depois de lavadas em água corrente, devido a aderência de partículas de argila às massas de ovos.

Em condições de campo, os danos são grandemente dependentes da densidade populacional, sendo influenciados ainda por condições climáticas e tipo de solo. É possível que em populações não muito altas de *R. reniformis*, outros fatores, sejam de solo ou de clima, exerçam um efeito superior ao do nematoide, por si nos rendimentos do algodoeiro. Some-se a isso o fato de que, ao contrário do que ocorre com o nematoide-das-galhas, os sintomas do nematoide-reniforme nas raízes não são visíveis a olho nu. É possível que os sintomas de parte aérea no algodoeiro apenas sejam observados após a população atingir níveis elevados no solo e já estar causando danos à cultura.

O nível populacional de danos de *R. reniformis* ao algodoeiro ainda não foi devidamente determinado em condições brasileiras. Embora as condições de solo, clima e suscetibilidade das variedades possam exercer consideráveis alterações na reação das plantas ao nematoide, pode-se considerar, baseado em trabalhos realizados nos EUA e observações dos autores, a população entre 400 a 600 nematoídes/200cc de solo à época da semeadura como o nível de dano de referência. Em trabalhos realizados na região de Pedra Preta no Estado de Mato Grosso, local onde o algodoeiro expressa alta produtividade, em áreas com populações próximas a 400 nematoídes/200 cc de solo foram constatadas perdas de produtividades na ordem de 25% em cultivares intolerantes ao nematoide.

Controle

Sem dúvida, a condição ideal seria aquela em que as práticas agrícolas da propriedade fossem programadas e executadas de forma a que fossem evitados, pela ordem, a introdução, a disseminação e o aumento da população do nematoide-reniforme. É importante salientar que nematoídes apresentam uma distribuição espacial em agregados, de forma que práticas simples, como o controle de tráfego de máquinas e implementos, podem, por exemplo, limitar sua disseminação de áreas

infestadas para áreas indenes. As áreas infestadas devem receber um tratamento diferenciado durante todas as fases de condução da lavoura, devendo, sempre, serem as últimas a serem trabalhadas. Todo o equipamento (rodados de tratores, máquinas e implementos) deve ser lavado antes de ser utilizado em outras áreas, glebas ou propriedades. Da mesma forma, a diversificação das atividades agrícolas, evitando-se o cultivo sucessivo de culturas suscetíveis, tais como soja e algodoeiro, ou integrando-se lavoura e pecuária são altamente recomendáveis para manter as populações abaixo dos níveis populacionais de danos ao algodoeiro.

Uma vez que as populações de nematoide-reniforme tenham atingido níveis de danos, há necessidade do emprego de práticas específicas para o seu controle. Dentre estas, a mais efetiva e econômica baseia-se no uso de variedades resistentes. Infelizmente, as variedades comerciais em uso no País não apresentam níveis aceitáveis de resistência (restrição à multiplicação do parasito), exceções feitas a IAC 23 e IAC 24, que, no entanto, não são recomendadas para as condições do Cerrado. Trabalhos realizados nos Estados Unidos (USDA-ARS e Texas A&M Univ.) relatam a introgressão da resistência ao *R. reniformis* em *Gossypium hirsutum* através de *G. longicalyx*, porém haverá um tempo para que essa resistência possa ser incorporada em genótipos adaptados em nossas condições. Como alternativa a ausência de cultivares resistentes, têm-se procurado identificar cultivares mais tolerantes (que apresentam menores danos em presença do nematoide) a *R. reniformis*. Grosso modo, das cultivares disponíveis, IPR 140, IAC 25 RMD, FMT 701, BRS Cedro, FM 993, e, em menor grau Delta Opal e BRS Buriú, apresentam tolerância ao nematoide-reniforme. Entretanto, há necessidade de considerar-se que: a) a tolerância é dependente da densidade populacional do nematoide e; b) cultivares tolerantes permitem a multiplicação do nematoide, ou seja, seu uso não contribui para a diminuição da população no solo.

A rotação com culturas resistentes é, atualmente, considerada a principal opção para o controle de *R. reniformis*. Tanto milho, sorgo, arroz quanto cultivares resistentes de soja são potencialmente adequadas de serem utilizadas para tal. No caso específico da soja, já foram identificadas cultivares com resistência ao nematoide-reniforme, quais sejam: M-Soy 8001, BRSM-T Pinado, BRS Jiripoca, BRS Invernada, BRSMG 250 [Nobrezal], M-Soy 8300, M-Soy 8500, M-Soy 8336, TMG 113, TMG 115, TMG 121 e FMT Tucunaré. A rotação e sucessão de algodoeiro com cultivares suscetíveis de soja é altamente desaconselhável devido à alta capacidade de reprodução do nematoide nesta cultura. Trabalho realizado pelos autores evidenciou que a rotação de algodoeiro com pastagem (*Brachiaria ruziziensis*) exerceu uma expressiva redução da população do nematoide no solo,

mostrando a viabilidade técnica do SLLP para o manejo de áreas infestadas por *R. reniformis*. Um aspecto a ser considerado em programas de rotação de culturas diz respeito a alta persistência de *R. reniformis* no solo. É possível que sejam necessários dois ou mais anos de cultivo com culturas resistentes até que a população volte a níveis apropriados para o cultivo do algodoeiro. Sendo assim, o melhoramento da variação populacional através de amostragem e análise do solo é altamente desejável.

Tendo como base que a disseminação do nematoide-reniforme ocorre prioritariamente pela movimentação de máquinas e por ventos fortes sobre solo desnudo, o SPD, com sua premissa de manter o solo permanentemente coberto, pode exercer efeitos consideráveis sobre a população de *R. reniformis*. A palha na superfície e a menor movimentação de solo diminuem a disseminação do nematoide. Entretanto, as culturas de cobertura estabelecidas no início do outono ou na primavera, se suscetíveis, podem manter, ou mesmo aumentar, as densidades populacionais do nematoide no solo, num período em que normalmente estas estariam declinando. Sendo assim, é necessário que em áreas sob o SPD utilizem-se culturas comprovadamente resistentes. Das várias culturas de cobertura já identificadas como resistentes a *R. reniformis* no País (milheto, sorgo, nabo forrageiro, aveias, centeio, capim pé-de-galinha, moa e braquiária), a braquiária e o sorgo-forrageiro são as que mais contribuem para a redução da população do nematoide, com reflexos sobre a produção de algodão.

Uma alternativa de controle do nematoide-reniforme, provavelmente não muito disseminada por implicações econômicas e/ou de cunho prático imediatas nas atividades das propriedades agrícolas no Cerrado, é o cultivo de crotalária. É de conhecimento antigo que esta cultura exerce um excelente efeito sobre populações de diferentes nematoides fitoparasitos. No caso específico de *R. reniformis*, nove espécies de crotalária (*Crotalaria spectabilis*, *C. juncea*, *C. papposa*, *C. stricta*, *C. granitiana*, *C. mucronata*, *C. retusa*, *C. breviflora* e *C. lanceolata*) mostram-se muito eficientes na redução da população do nematoide no solo. O estabelecimento da crotalária pode ser feito no outono, como cultura de cobertura, aproveitando-se das últimas chuvas, ou na primavera, como cultura de rotação.

Mesmo não se constituindo em alternativa atualmente muito em uso no Cerrado, o controle químico com nematicidas foi utilizado para o controle do nematoide-reniforme em outras regiões produtoras de algodão. No Brasil, durante muito tempo o principal produto recomendado para o controle de *R. reniformis* foi o aldicarb, nas doses de 1950g do ingrediente ativo/ha. O tratamento é feito no

sulco de plantio, com formulação granulada. Por vezes, em condições de alta infestação, há necessidade de uma aplicação complementar, em cobertura, o que aumenta consideravelmente o custo de tal prática. É comum verificar-se um incremento de produtividade do algodoeiro em áreas tratadas, mas, salvo algumas exceções, a população do nematoide ao final do ciclo da cultura não é reduzida, o que torna essa prática pouco sustentável através do tempo, especialmente em vistas das altas doses necessárias. É recomendável que se faça uma avaliação da relação custo-benefício desta prática, antes da tomada de decisão de utilizá-la.

18.4 - O Nematóide-das-Lesões [*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & S. Stekhoven, 1941]

O nematóide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) é considerado parasito de importância secundária para a cultura do algodão. Entretanto, estudos recentes têm modificado essa perspectiva, pelo menos para a realidade do Brasil, pois é o fitonematóide mais freqüente nessa cultura nos Estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, e amplamente disseminado nas regiões tropicais, principalmente no Brasil, associado a diversas plantas cultivadas, como abacaxizeiro, amendoim, batata, cafeeiro, cana-de-açúcar, feijoeiro, milho, quiabeiro, soja, além do algodoeiro.

O nematóide-das-lesões ocorre com elevada freqüência em algodoads dos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, mas geralmente em populações reduzidas. Porém, altas populações são encontradas em solos de textura média-arenosa (15 a 25% de argila) nos quais se adota o SPD ou o cultivo mínimo, pois a maioria das culturas e das plantas de coberturas são suscetíveis a *P. brachyurus* e a presença de restos de raízes no solo amplia sua capacidade de sobrevivência. Em anos de baixa densidade pluviométrica, os problemas devido a esse nematóide são agravados. Atualmente, muitos produtores plantam soja precoce, com o intuito de plantar algodão safrinha. Nessa situação, tem-se observado que as plantas de soja com menos de quinze dias já apresentam populações superiores a 10000 nematoides/5g de raízes, o que coloca em alta situação de risco o cultivo subsequente de algodoeiro.

Biologia e relações parasitárias

O nematóide-das-lesões *P. brachyurus* é espécie partenogênica com hábito endoparasita migrador. As fêmeas depositam ao longo de sua vida cerca de 30 ovos, geralmente dentro das raízes. A primeira ecdisse acontece ainda dentro do

ovo e juvenis de segundo estádio eclodem e iniciam a alimentação. Diferentemente dos nematoides citados anteriormente, não há formação de sítio permanentemente de alimentação. Após processo de digestão pré-oral do conteúdo citoplasmático de uma célula, geralmente do córtex radicular, os nematoides absorvem o material pré-digerido, por meio do estilete. À medida que o nematóide aumenta de tamanho, há a necessidade de passar por outras ecdises, passando pelas fases de juvenil de terceiro e quarto estádio e por fim chegando ao estádio adulto (fêmea; a espécie é partenogênica e os machos são muito raros). É comum esta espécie completar todo seu ciclo dentro da raiz (Figura 13), mas quando ela não oferece mais condições favoráveis, geralmente por excessiva densidade populacional que resulta em escassez de alimento, o nematóide precisa buscar o solo e procurar novas raízes.

Hospedeiros

À semelhança do nematóide-das-galhas e do reniforme, *P. brachyurus* é polífago. Embora menos estudado que aqueles, vários indícios sugerem que a gama de hospedeiros de *P. brachyurus* seja maior que a de *R. reniformis* e mesmo que a de *M. incognita*. O principal deles é a elevada freqüência de ocorrência no Brasil, apesar da pequena fecundidade das fêmeas e da baixa capacidade de sobrevivência na ausência de hospedeiros.

De maneira geral, as gramíneas são suscetíveis a *P. brachyurus*, ou seja, permitem sua reprodução; porém a maioria delas apresenta elevada tolerância, ou seja, sofrem poucos danos, exceto sob elevada infestação de *P. brachyurus*. O milho, o sorgo-silagem (*Sorghum bicolor*), o sorgo-forrageiro (*S. bicolor* e *S. bicolor* x *S. sudanense*), o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e o *Panicum maximum* apresentam essa característica. Há certa variação nas braquiárias, algumas sendo suscetíveis (*Brachiaria brizantha*) e outras moderadamente suscetíveis (*B. humidicola*).

As plantas mais afetadas negativamente por *P. brachyurus* são dicotiledôneas. Várias são suscetíveis e ao mesmo tempo intolérantes, como soja e feijoeiro. Porém, há exemplos, como cafeeiro e cebola, que são resistentes, mas intolérantes. Isso gera uma situação interessante em certas sucessões entre gramíneas e dicotiledôneas, que é a observação de significativas perdas em plantas intolérantes a *P. brachyurus*, como soja e cafeeiro, quando estas são cultivadas em áreas anteriormente ocupadas com milho, sorgo, *P. maximum* e certas espécies de braquiárias. Além das plantas cultivadas, algumas espécies de plantas daninhas possibilitam a reprodução e sobrevivência do nematóide na safra e entressafra, inviabilizando as principais práticas

de manejo e possibilitando incremento populacional a cada safra. Alguns trabalhos realizados nas áreas de cultivo de algodão e soja de Mato Grosso mostraram que esse nematoide sobrevive na maioria das plantas daninhas frequentes nesse sistema.

Por outro lado, algumas crotalárias, como *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora*, são resistentes a *P. brachyurus*, e, de maneira geral, o amaranto granífero (*Amaranthus cruentus*) e as aveias pretas (*Avena strigosa*) são moderadamente resistentes ao nematoide.

Ecologia

Temperaturas do solo em torno de 30 °C favorecem o desenvolvimento de *Pratylenchus brachyurus*, explicando sua ocorrência em regiões tropicais. Apresenta discreta preferência por solos médios (15 a 25% de argila); tanto os solos excessivamente arenosos como os muito argilosos lhes são desfavoráveis. No Brasil, porém, não foi possível estabelecer correlação entre a incidência de *P. brachyurus* em algodoadais e os teores de argila, areia e silte. Durante a estação quente e úmida, as maiores populações são encontradas nos primeiros 30 cm do solo. Durante a estação seca, tende a evitar a faixa superficial do solo.

Por ser polífago, não é comum que *P. brachyurus* se encontre em situação em que se precise valer de suas reservas alimentares. Além disso, várias vezes o nematoide encontra abrigo em restos de raízes de plantas suscetíveis, onde pode obter alimento e ainda encontrar proteção de temperaturas excessivas ou da dessecação. Trabalhos de campo comprovaram que os restos de raízes propiciam a *P. brachyurus* persistir por períodos entre 4 e 21 meses na ausência de plantas suscetíveis.

Frequentemente, *P. brachyurus* é encontrado em associação com *M. incognita* em algodoeiro, situação de difícil o controle de ambas as espécies por meio de rotação de cultura ou de resistência genética.

Disseminação

A elevada ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* em culturas extensivas, como algodão, milho e soja, além de pastagens, por toda a região do Cerrado do Brasil é fruto de caráter polífago do nematoide, que lhe permitiu ser disseminado por mudas de caféiro, frutíferas, estacas de capim pangola (*Digitaria eriantha pentzii*), tubérculos de batata e mudas de essências florestais, que entram na propriedade para perfazer a reserva legal. Sementes de gramíneas e solo aderente

a máquinas agrícolas provavelmente têm também papel no processo de disseminação de *P. brachyurus* no Cerrado.

Sintomas, danos e perdas

Altas densidades populacionais de *P. brachyurus* nas raízes (> 500 nematoides/g de raízes) causam seu escurecimento (Figura 14). Trabalhos experimentais em condições controladas e estudos de campo, em áreas irrigadas, demonstraram que tais sintomas estão associados à redução do crescimento da parte aérea e de produção.

Alguns eventos estão relacionados ao aumento da importância econômica de *P. brachyurus* no Brasil: a adoção do SPD e do SLLP, da irrigação e o cultivo sucessivo de culturas suscetíveis. A ausência de descontinuidade entre as culturas e a presença de grande quantidade de restos de raízes, ambas relacionadas ao SPD e a primeira à irrigação, são fatores positivos para o nematoide e explicam a maior ocorrência de *P. brachyurus* em áreas sob SPD, cultivo mínimo ou irrigação em relação aquelas em que se utiliza o sistema de plantio convencional de sequeiro.

Controle

As perdas causadas por *P. brachyurus* são relativamente pequenas se comparadas àquelas provocadas pelo nematoide-reniforme e das galhas. Por outro lado, sua presença concomitante com uma das duas espécies principais torna menos eficaz o controle de ambas por rotação ou cultivares resistentes. Como exemplo, tome-se a rotação ou sucessão com gramíneas para o controle do nematoide-reniforme, técnica altamente recomendada para as condições do Brasil. A presença de *P. brachyurus* em conjunto com *R. reniformis* excluiria da lista de opções o sorgo-forrageiro, o milho, o *Panicum maximum* e algumas espécies de braquiárias, como *Brachiaria brizantha* e o capim-mulato, por serem suscetíveis a esse nematoide. Exemplos semelhantes poderiam ser citados no caso da ocorrência simultânea de *P. brachyurus* e *M. incognita*. Por enquanto, somente duas plantas poderiam ser recomendadas para rotação ou sucessão em áreas infestadas com as três espécies: *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora*.

Em relação às cultivares de algodoeiro resistentes ou tolerantes, por não haver materiais com essas características disponíveis no mercado para *P. brachyurus*, o uso de cultivares resistentes a *M. incognita* em áreas infestadas com ambas as espécies provavelmente terá resultados abaixo do esperado, pelas inevitáveis perdas, ainda que pequenas, causadas pela primeira espécie.

- AGUDELO, P.; ROBBINS, R. F.; STEWART, J. M.; SZALANSKI, A. I. Intraspecific variability of *Rotylemchulus reniformis* from cotton-growing regions in the United States. **Journal of Nematology**, v. 37, n. 1, p. 105-114, Mar. 2005.
- AMORIM, I. D. **Efeito de nematocidas no tratamento de sementes para o controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus* na cultura do algodão**. 2010. 28 p. Monografia - UNIVAG, Centro Universitário, Várzea Grande.
- ASMUS, G. L. Ocorrência de nematóides fitoparasitos em algodoeiro no estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 77-86, jun. 2004.
- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; CARCININ, R. A. Efeito de coberturas vegetais na população de *Rotylemchulus reniformis* do solo e na produção de algodão em área de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Resumos...** Salvador: Associação Baiana dos Produtores de Algodão, 2005. p. 145.
- ASMUS, G. L.; ISHIMI, C. M.; PEREIRA, K. P. R. Dinâmica populacional de *Rotylemchulus reniformis* em área de produção de algodão sob sistema plantio direto em Mato Grosso do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 168, ago. 2005. Suplemento. Edição dos Resumos do 38. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Brasília, DF, ago. 2005.
- ASMUS, G. L.; MARTINS, F. A. Análise da correlação entre a variabilidade espacial do nematóide reniforme (*Rotylemchulus reniformis*) e atributos da fertilidade do solo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 135-136.
- ASMUS, G. L.; RODRIGUES, E.; ISENBERG, K. Danos em soja e algodão associados ao nematóide reniforme (*Rotylemchulus reniformis*) em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. [Anais...]. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia; Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 169.
- ASMUS, G. L.; SCHIRMANN, M. R. Reação de cultivares de soja recomendadas no Mato Grosso do Sul ao nematóide reniforme. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 239-240, dez. 2004.
- BESSI, R.; SUJIMOTO, F. R.; INOMOTO, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 6, p. 1428-1430, jun. 2010.
- BORGES, D. C.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; SANTOS, V. P.; INOMOTO, M. M. Reação de genótipos de *Avena* spp. a *Meloidogyne incognita* raça 4. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 24-28, Jan./Feb. 2009.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; NEVES, D. I. das; FALCÃO, R.; PAES, N. S.; CIA, F.; SÁ, M. de F. G. de. Resistência de genótipos de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3: reprodução e histopatologia. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 1-10, jun. 2005.
- CARTER, W. W. Influence of soil temperature on *Meloidogyne incognita* resistant and susceptible cotton. **Gossypium hirsutum**. **Journal of Nematology**, Del Leon Springs, v. 14, n. 3, p. 343-346, July 1982.
- CURI, S. M.; BONA, A. de. Ocorrência do nematóide reniforme em culturas de algodão e maracujá no Estado de São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 127-128, abr. 1972.
- ENDO, B. Y. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zeae*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, St. Paul, v. 49, n. 7, p. 417-421, July 1959.
- PELDMESSER, J.; FEDER, W. A.; REBOIS, R. V.; HUTCHINS, P. C. Longevity of *Radopholus similis* and *Pratylenchus brachyurus* in fallow soil in the greenhouse. **The Anatomical Record**, Philadelphia, v. 137, n. 3, p. 355, July 1960. Abstract n. 193.
- GALBIERI, R.; FUZATTO, M. G.; CIA, E.; LUDERS, R. R.; MACHADO, A. C. Z.; BOLDT, A. F. Reação de cultivares de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* em condições de campo e casa de vegetação no estado de Mato Grosso. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 18-23, jan./fev. 2009.

- GIELEI, F. S.; SANTOS, J. M.; ATHAÍDE, M. L. F. Reconhecimento das espécies de fitonematóides associadas ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Algodão: um mercado em evolução: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão; [Goiânia]: Fundação GO, 2003. (Embrapa Algodão. Documentos, 118). 1 CD-ROM.
- GUTIÉRREZ, O. A.; JENKINS, J. N.; MCCARTY, J. C.; WUBBEN, M. J.; HAYES, R. W.; CALLAHAN, F. E. SSR markers closely associated with genes for resistance to root-knot nematode on chromosomes 11 and 14 of Upland cotton. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 121, n. 7, p. 1323-1337, Nov. 2010.
- HEALD, C. M.; ROBINSON, A. F. Survey of current distribution of *Rorylenchulus reniformis* in the United States. **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 22, n. 4S, p. 695-699, Oct. 1990.
- INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 94, n. 8, p. 1022-1025, Aug. 2010.
- KOEN, H. Notes on the host range, ecology and population dynamics of *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologica**, Leiden, v. 13, n. 1, p. 118-124, 1967.
- KOENNING, S. R.; BARKER, K. R.; BOWMAN, D. T. Resistance as a trait for management of *Meloidogyne incognita* on cotton in North Carolina. **Journal of Nematology**, v. 33, n. 2/3, p. 126-131, June/Sept. 2001.
- KOENNING, S. R.; KIRKPATRICK, T. L.; STARR, J. L.; WRATHER, J. A.; WALKER, N. R.; MUELLER, J. D. Plant-parasitic nematodes attacking cotton in the United States. Old and emerging production challenges. **Plant Disease**, St. Paul, v. 88, n. 2, p. 100-113, Feb. 2004.
- KOENNING, S. R.; WALTERS, S. A.; BARKER, K. R. Impact of soil texture and damage potentials of *Rorylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita* in cotton. **Journal of Nematology**, Lakeland, v. 28, n. 4, p. 527-536, Dec. 1996.

- KUMMER, G.; SILVA, R. A.; SILVA, J. F.; SIMI, W. M.; SANTOS, P. S. Ocorrência de nematóides em plantas de soja do médio norte do Estado de Mato Grosso. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 35, p. S290, ago. 2010. Suplemento, ref. 11-088. Edição dos Resumos do 43º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Cuiabá, MT, 2010.
- LEE, H. K.; LAWRENCE, G. W.; DUBIEN, J. L.; KELLEY, A. T. Cultural practices and the dispersion of the reniform nematode in Mississippi. **Journal of Nematology**, v. 35, n. 3, p. 350, Sept. 2003.
- LIMA, I. M.; SOUZA, R. M.; SILVA, C. P.; CARNEIRO, R. M. D. G. *Meloidogyne* spp. from preserved areas of Atlantic Forest in state of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 31-38, jun. 2005.
- LINFORD, M. B.; OLIVEIRA, J. M. *Rorylenchulus reniformis*, nov. gen., n. sp., nematode parasite of roots. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, Washington, DC, v. 7, p. 35-42, 1940.
- LORDELO, L. G. E.; MELLO FILHO, A. T. Capins gordura e jaraguá, hospedeiros novos de um nematóide migrador. **O Solo**, v. 61, p. 27-28, 1969.
- LORDELO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1988. 314 p.
- LORDELO, L. G. E.; MELLO FILHO, A. T. O capim pangola difunde nematóides. **Revista de Agricultura**, v. 44, p. 122, 1969.
- MACHADO, A. C. Z.; BELUTTI, D. B.; SILVA, R. A.; SERRANO, M. A. S.; INOMOTO, M. M. Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* a algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 11-16, jan./fev. 2006.
- MACHADO, A. C. Z.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Response of cotton cultivars to two Brazilian populations of *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Sch. Stekh. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 11, n. 4, p. 288-292, 2007.

- MACHADO, A. C. Z.; MOTTA, L. C. C.; SIQUEIRA, K. M. S. DE; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, Leiden, v. 9, n. 6, p. 799-805, 2007.
- MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Reação de quinze variedades de arroz a *Rotylenchulus reniformis*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 11, p. 48-54, 1987.
- OLWE, T.; CORBETT, D. C. M. Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zoeae*. *Nematology*, Leiden, v. 22, n. 2, p. 202-211, May 1976.
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematóides em regiões produtora de soja do Estado de Mato Grosso. In: HINOMOTO, D. M.; CAJU, J.; CAMACHO, S. A. (Ed.). *Boletim de Pesquisa de Soja 2010*, Rondonópolis: Fundação MT, 2010, p. 289-296. (Fundação MT. Boletim de pesquisa de soja, 14).
- ROBINSON, A. F.; AKRIDGE, R.; BRADFORD, J. M.; COOK, C. G.; GAZAWAY, W. S.; KIRKPATRICK, T. L.; LAWRENCE, G. W.; LEE, E. C. G. Vertical distribution of *Rotylenchulus reniformis* in cotton fields. *Journal of Nematology*, v. 37, n. 3, p. 265-271, Sept. 2005.
- ROBINSON, A. F.; BELL, A. A.; DIGHE, N. D.; MENZ, M. A.; NICHOLS, R. L.; STELLY, D. M. Introgression of resistance to nematode *Rotylenchulus reniformis* into Upland cotton (*Gossypium hirsutum*) from *Gossypium Longicalyx*. *Crop Science*, Madison, v. 47, n. 5, p. 1865-1877, 2007.
- ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica*, Auburn, v. 27, n. 2, p. 127-180, Dec. 1997.
- SILVA, C. M.; SANTOS, M. A. dos. Levantamento de nematóides na cultura do algodoeiro. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 21, n. 1, p. 22-23, dez. 1997.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Rotylenchulus reniformis*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 13, p. 87-92, 1989.
- SILVA, R. A.; SERRANO, M. A. S.; GOMES, A. C.; BORGES, D. C.; SOUZA, A. A.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. Nematóides associados ao algodoeiro no Estado do Mato Grosso. *Nematologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 261, dez. 2003.
- STARR, J. L. Cotton. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). *Plant and nematode interactions*. Madison: American Society of Agronomy, 1998. cap. 17, p. 359-379.
- STARR, J. L.; KOENNING, S. R.; KIRKPATRICK, T. L.; ROBINSON, A. F.; ROBERTS, P. A.; NICHOLS, R. L. The future of nematode management in cotton. *Journal of Nematology*, v. 39, n. 4, p. 283-294, Dec. 2007.
- STRADIOTO, M. F.; FERRAZ, L. C. C. B.; PITELLI, R. A. Dinâmica populacional de *Pratylenchus brachyurus* em cultura de milho (*Zea mays* L.) infestada por plantas daninhas. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 7, p. 99-115, 1983.
- TAYLOR, A. L.; SASSER, J. R. *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Raleigh: North Carolina State University, 1978. 111 p.
- THOMAS, R. J.; CLARK, C. A. Effects of concomitant development on reproduction of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on sweet potato. *Journal of Nematology*, DeLeon Springs, v. 15, n. 2, p. 215-221, Apr. 1983.
- ZAMBIAZI, T. C.; BELOT, J. L. Algodão: perigo no solo. *Cultivar: grandes culturas*, Pelotas, ano 11, n. 116, p. 4, 6-8, jan. 2009.
- ZANELLA, C. S.; GAVASSONI, W. L. Resistência de cultivares de algodoeiro a *Meloidogyne incognita*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, p. S196, ago. 2002. Suplemento, ref. 652. Edição de Resumos do 35. Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Recife, PE, 2002.

ZHOU, E.; STARR, J. L. A comparison of the damage functions, root galling, and reproduction of *Meloidogyne incognita* on resistant and susceptible cotton cultivars. **Journal of Cotton Science**, Bossier City, v. 7, n. 4, p. 224-230, 2003.

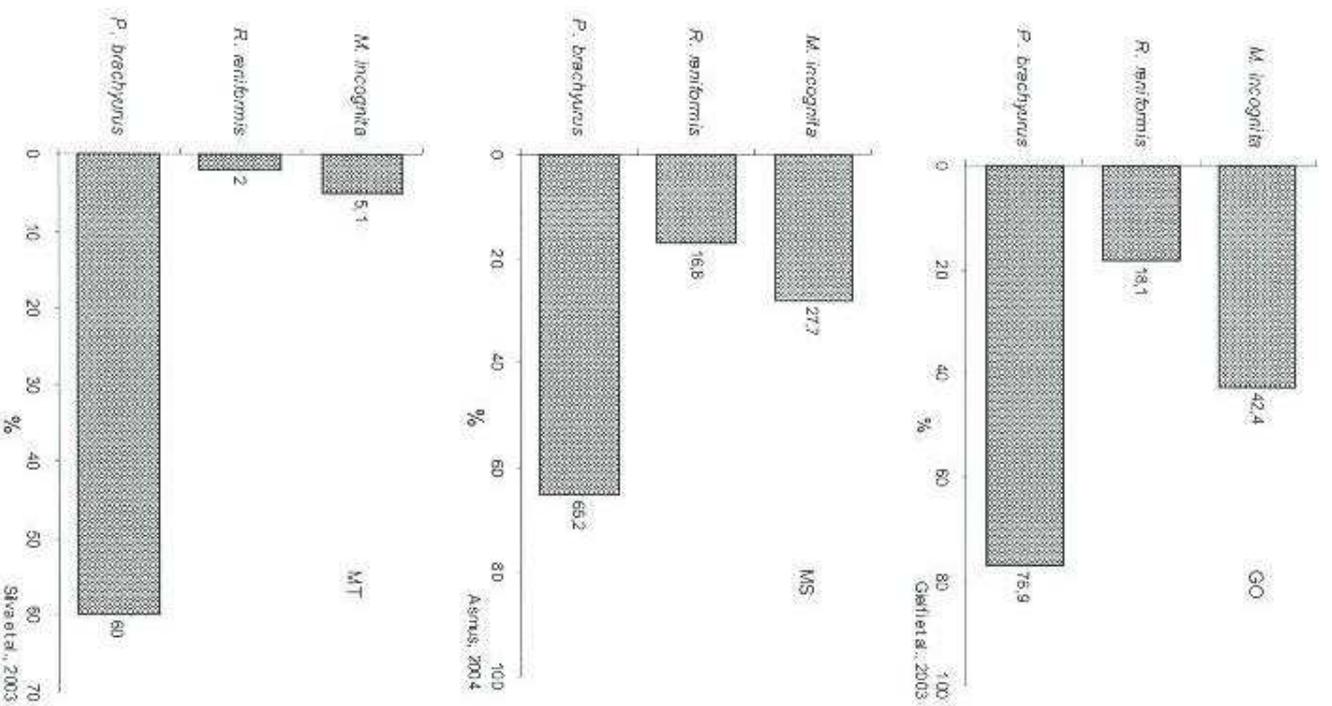


Figura 1 – Frequência da ocorrência de *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* associados a algodoeiro em GO, MS e MT.



Figura 2 – Juvenil de segundo estágio de *Meloidogyne incognita* (Foto: Rosângela Aparecida Silva)



Figura 3 – *Meloidogyne incognita* - Juvenil na raiz (A) e fêmea adulta com massa de ovos (B) (Foto: Rosângela Aparecida Silva)

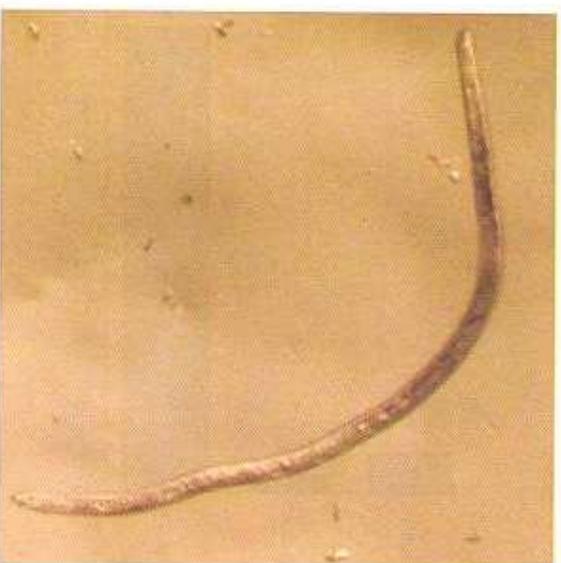


Figura 4 – Macho de *Meloidogyne incognita* (Foto: Rosângela Aparecida Silva)

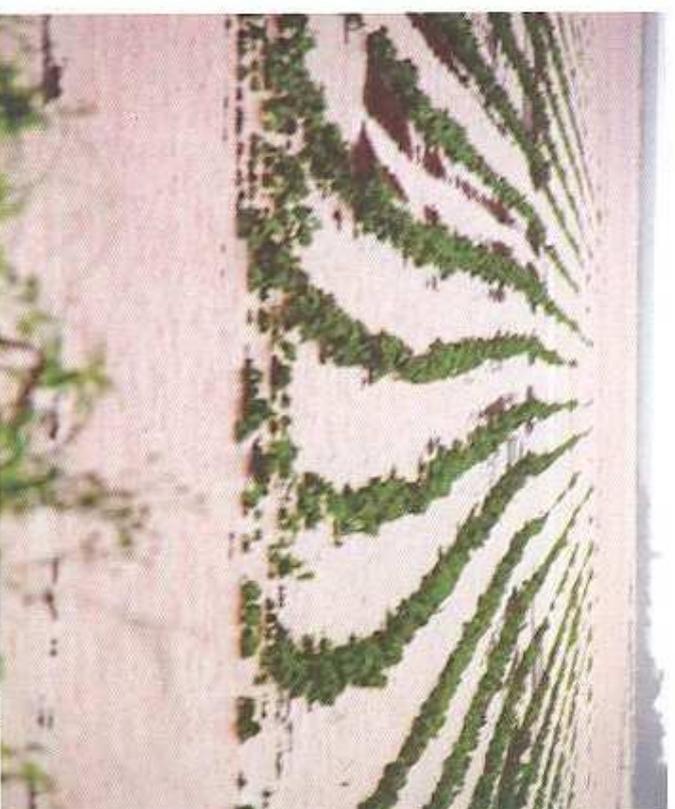


Figura 5 – Lavoura de alfodoeiro após encurtada em Nova Mutum, MT (Foto: Rosângela Aparecida Silva)



Figura 6 – Galhas radiculares causadas por *Meloidogyne incognita* (Foto: Rosângela Aparecida Silva)



Figura 7 – Sintomas foliares causados por *Meloidogyne incognita*: deficiência mineral (A) e folhas “cajijó” (B) (Foto: Rosângela Aparecida Silva)



Figura 8 – Em primeiro plano, reboloteira com plantas de algodão subdesenvolvidas ou mortas, causada por *Meloidogyne incognita*. (Foto: Mario Masayuki Inamoto)

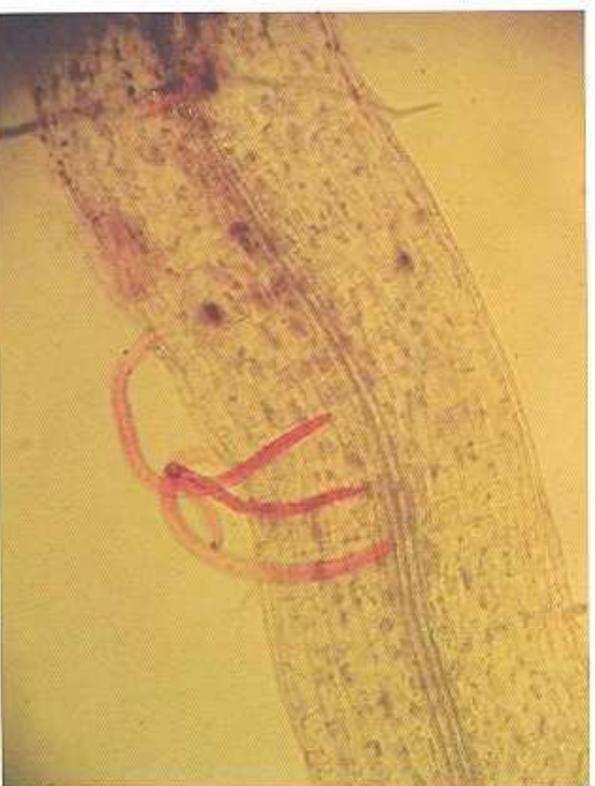


Figura 9 – Fêmeas imaturas de *Rostkenschmidtia reniformis* parasitando raízes. (Foto: Guilherme Lafourcade Asmus)



Figura 10 – Fêmea adulta de *Rostkenschmidtia reniformis*, em forma de rina, evidenciando o hábito semi-endoparasita. (Foto: Guilherme Lafourcade Asmus)

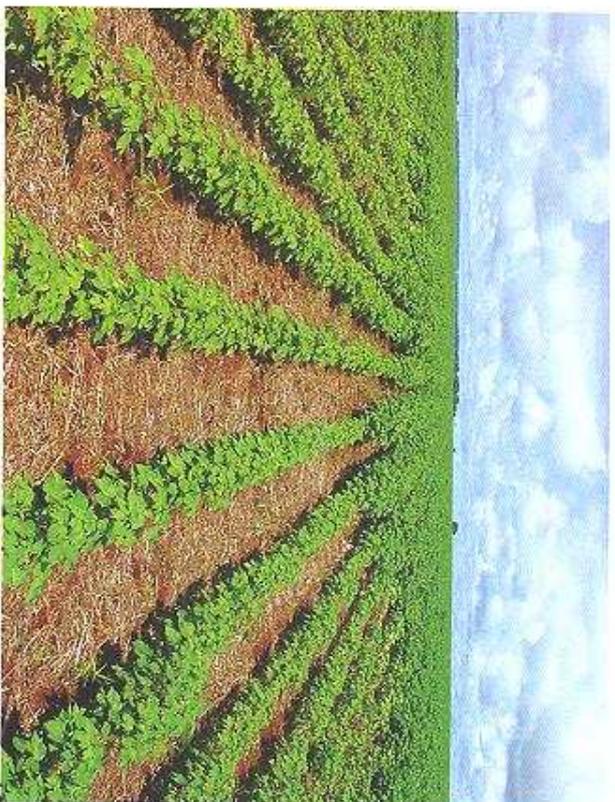


Figura 11 – Reboleira de plantas de algodoeiro subdesenvolvidas, causada pelo nematóide reniforme. (Foto: Guilherme Lafourcade Assunç)



Figura 12 – Sintomas de folha “carimã”, causados por *Reniformis reniformis*. (Foto: Rosângela Aparecida Silva)

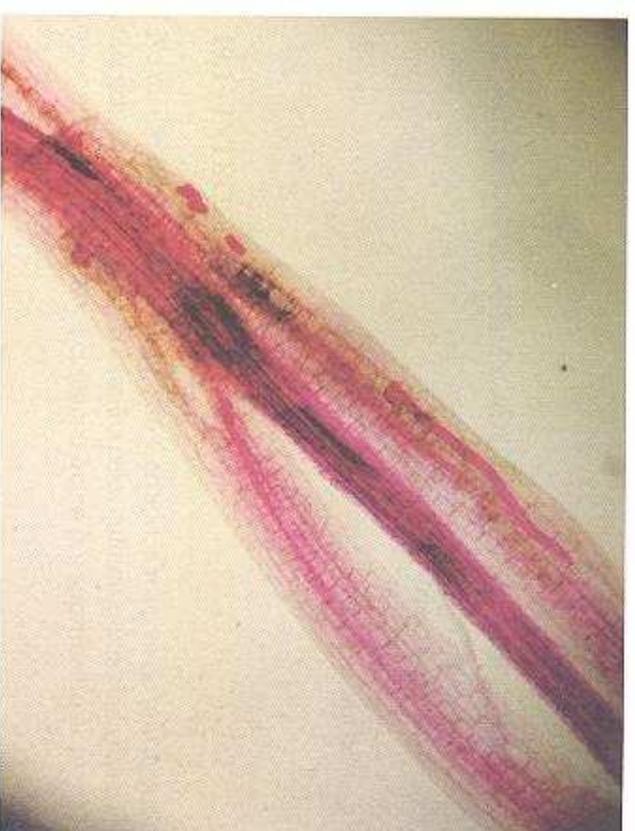


Figura 13 – *Pratylenchus brachyurus* (nematóide e ovos) no córex radicular de algodoeiro. (Foto: Rosângela Aparecida Silva)



Figura 14 – Lesões causada por *Pratylenchus brachyurus* em raízes de algodoeiro. (Foto: Mário Massayuki Imoto)