

FITONEMATOIDES

Os inimigos invisíveis das plantas

David Fagundes

Pedro Lemos

Alexandre Rieger

Alexandro Cagliari



COMISSÃO ORGANIZADORA

Dr. Alexandro Cagliari (UERGS)

Dr. Alexandre Rieger (UNISC)

COMISSÃO EDITORIAL

Ms. Tânia Santos (Fundação MT)

Dr. Cristiano Bellé (Staphyt Brasil)

Ms. Adriana Düpont (Central Analítica da UNISC)

*Todos os direitos reservados.

© 1. ed. 2024 – Autores da Publicação e Uergs.



Creative Commons License
E-book – PDF

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

F546	Fitonematoides: os inimigos invisíveis das plantas/ David Fagundes [et al.]. – São Francisco de Paula: Uergs, 2024. Série Ambiente e Sustentabilidade, n. 12 21 f. il. E-book – pd ISBN 978-85-60231-61-4 1. Nematoides. 2. Fitonematoides. 3. Plantas. I. Fagundes, David. II. Lemos, Pedro. III. Cagliari, Alexandro. IV. Rieger, Alexandre. V. Título. CDU 632.53
------	---

APRESENTAÇÃO

A série Ambiente e Sustentabilidade, organizada pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS) da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) publica produções e produtos bibliográficos oriundos do Mestrado Profissional, que tenham caráter interdisciplinar, elaborados em parceria entre discentes, docentes e pesquisadoras/es colaboradores.

O logo que estampa a série foi idealizado e desenvolvido pelo acadêmico do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da UERGS, Unidade Hortênsias, Cássio Adílio Hoffmann Oliveira. Para ilustrar a série, Cássio se inspirou em uma folha de árvore, essa parte da planta responsável por produzir seu próprio alimento pela fotossíntese. No interior da folha vemos elementos que fazem alusão às dinâmicas sociais, tecnologias sustentáveis, ao ambiente e à biodiversidade, simbolizando o encontro entre as três linhas de pesquisa do PPGAS e a necessidade de conjugar saberes no enfrentamento de problemas políticos e ambientais complexos.

Esta cartilha didática tem como objetivo apresentar as principais espécies de fitonematoides que afetam a cultura da soja. Serão abordadas as principais características de cada espécie, como disseminação e ciclo de vida, bem como os principais danos causados às plantas. Além disso, serão discutidos brevemente as principais formas de diagnóstico e de controle destes patógenos agrícolas.

Todas as informações apresentadas foram extraídas da dissertação de mestrado do aluno David Fagundes intitulada “Identificação molecular de fitonematoides que afetam a cultura da soja (*Glycine max*)” que foi defendida e aprovada no PPGAS em 2023.



O QUE SÃO NEMATOIDES?

Os nematoides são vermes que têm o formato de um tubo e pertencem a um grupo chamado Nematoda. Eles vivem em lugares como solo e água, e podem ser parasitas de plantas e animais ou viver livremente. Esses vermes podem ser encontrados em muitos ambientes diferentes, desde o oceano até a camada de água no solo. Algumas espécies de nematoides podem sobreviver por muito tempo em lugares secos e retomar a vida normal quando encontram um ambiente úmido novamente.

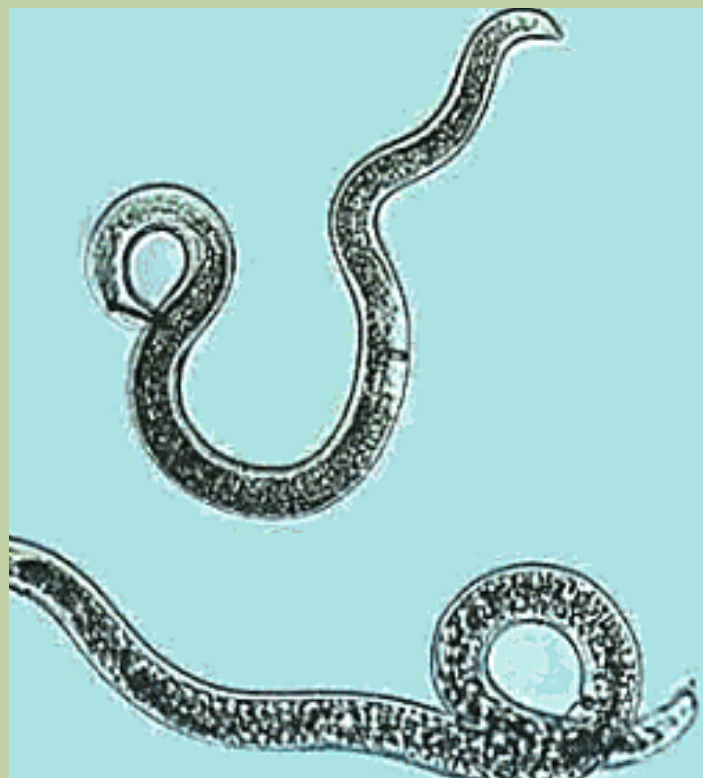


Fig. 1 - Nematoides espiralados (Fonte: grupoesperancarural.com.br).

Acredita-se que existam mais de 1 milhão de espécies de nematoides. Metade deles vive no mar, 25% vive no solo ou na água doce, 15% são parasitas de animais e só 10% são parasitas de plantas. Das cerca de 3.400 espécies de nematoides que atacam plantas, apenas alguns deles são comuns e causam problemas para a agricultura.



Fig. 2 - Diversidade de nematoides (Fonte: agroinsight.com.br).

NEMATOIDES FITOPARASITAS

Os nematoides fitoparasitas, também chamados de fitonematoides, normalmente atacam as raízes, mas alguns deles também atacam outras partes da planta. Esses vermes são prejudiciais para as culturas agrícolas, pois retiram nutrientes e injetam substâncias tóxicas dentro das células vegetais. Eles também podem impedir que as plantas absorvam água e nutrientes, o que faz com que elas produzam menos.

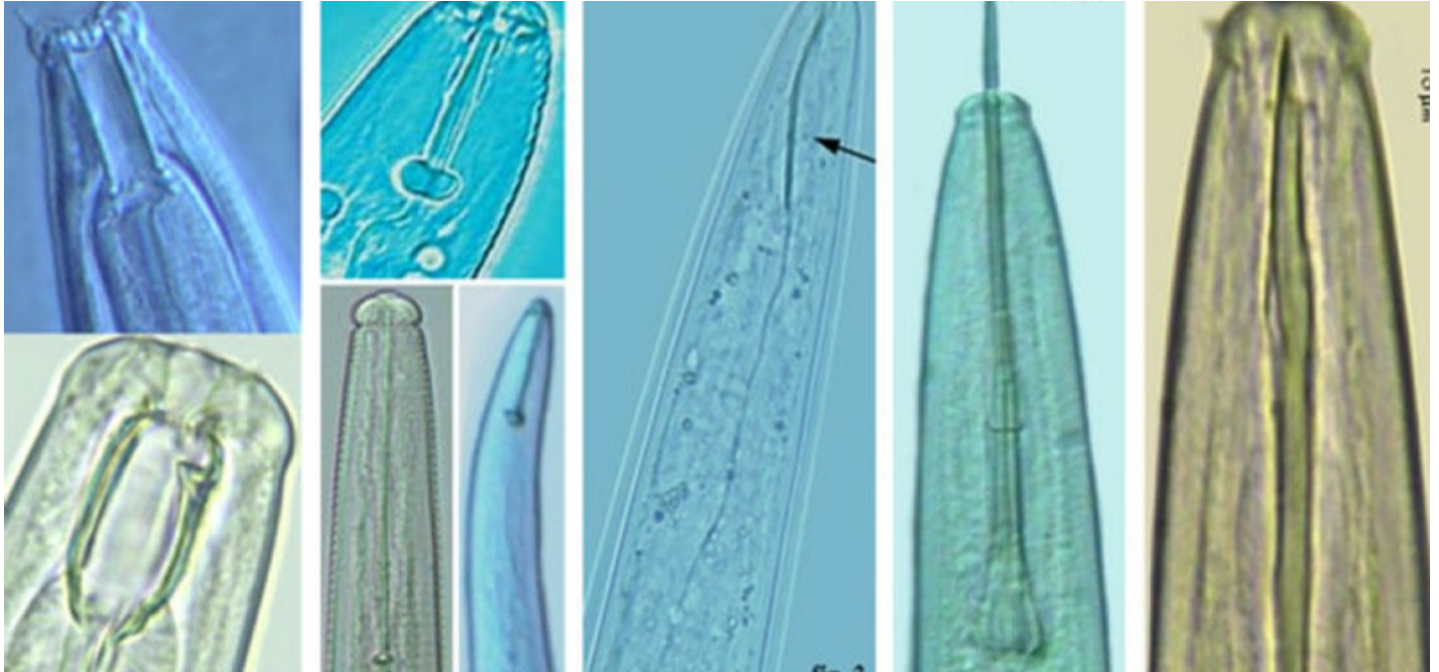


Fig. 3 - Nematoides fitoparasitas. A seta indica a localização do estilete, presente em todas as espécies fitoparasitas (Fonte: nematologia.com.br).



Fig. 4 - Danos nas raízes causados por fitonematoides (Fonte: plantiodireto.com.br).

DANOS

Os nematoides podem causar danos diretos ao se alimentarem e se movimentarem pelas raízes, e danos indiretos ao permitirem que outros patógenos, como fungos e bactérias, infectem as plantas. Esses vermes geralmente vivem no solo perto das raízes e podem sobreviver mesmo na ausência de plantas por algum tempo (entressafra), utilizando estratégias de resistência à falta de água.

Nematoides-de-galhas

Os nematoides-de-galhas são considerados um dos grupos mais prejudiciais para a agricultura em todo o mundo. Existem mais de 100 espécies, mas historicamente quatro espécies do gênero *Meloidogyne* são as mais amplamente distribuídas e prejudiciais: *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*. Em uma pesquisa de 2013, os nematoides-de-galhas foram classificados como os mais importantes entre 10 gêneros de fitonematoides, levando em conta sua relevância científica e impacto econômico.



Fig. 5 - Galhas de *Meloidogyne* spp. formadas em raízes de soja (Fonte: agropos.com.br).

Principais sintomas

Entre os nematoides-de-galhas, *M. incognita* e *M. javanica* são as espécies mais importantes para a cultura da soja no Brasil, tendo ocorrência generalizada em várias culturas. Nas lavouras de soja com problemas de nematoides-de-galhas, geralmente, observam-se reboleiras, onde as plantas ficam pequenas e amareladas. As folhas das plantas afetadas às vezes apresentam manchas amarelas ou necroses entre as nervuras, caracterizando a folha carijó. Pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas, durante o florescimento, nota-se intenso abortamento de vagens e amadurecimento prematuro das plantas. Em anos quentes, na fase de enchimento de grãos, os danos tendem a ser maiores.

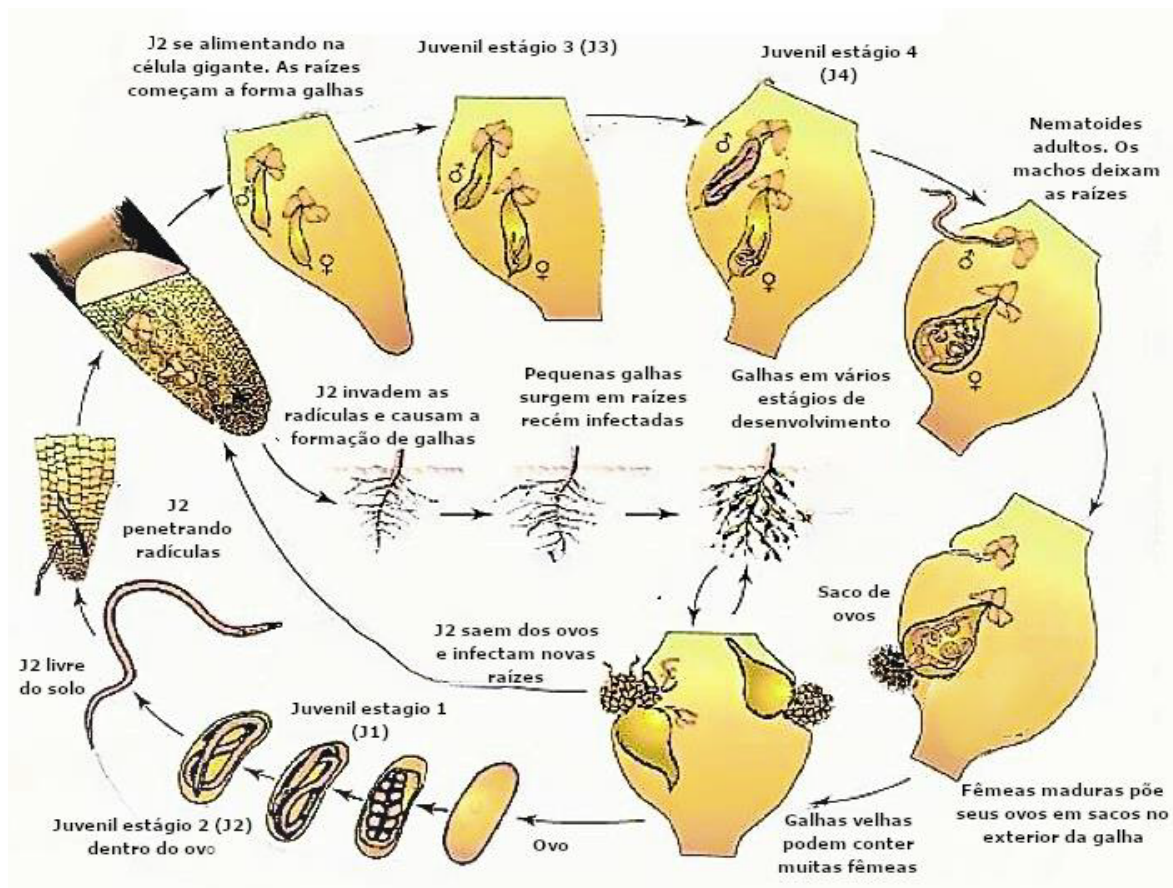
Reboleiras

Após o nematoide se alimentar, ele modifica as células atacadas que passam a sugar nutrientes de células vizinhas. Isso faz com que o nematoide seja um "dreno metabólico", o que causa problemas para a planta como enfraquecimento e clorose. Esses sintomas são vistos em algumas partes da lavoura, que são chamadas de reboleiras e, em dias muito quentes, as plantas afetadas pelos nematoides-de-galhas podem murchar e amarelar.



Fig. 6 - Reboleira devido à infestação por *Meloidogyne* spp. em lavoura de soja (Fonte: maissoja.com.br).

Ciclo de vida



Nematoides-de-cistos

Os nematoides-de-cistos são o segundo grupo de nematoides mais relevante. Eles entram na planta e crescem dentro dela, assim como os nematoides-de-galhas. A diferença é que os ovos dos nematoides de cisto são mantidos dentro da fêmea e protegidos depois que ela morre até que condições favoráveis permitam que eles eclodam. Entre os nematoides-de-cistos, destaca-se o que afeta a cultura da soja, *Heterodera glycines*. Essa espécie atinge a soja através de infestação nas raízes, que ficam reduzidas e infestadas por minúsculas fêmeas de coloração branca.



Fig. 8 - Adulto e ovo de *H. glycines* (Fonte: cabidigitallibrary.org).

Principais sintomas

A doença causada por *H. glycines* é conhecida popularmente como “nanismo amarelo da soja”. O sintoma mais comum é a ocorrência de reboleiras de plantas pouco ou mal crescidas em meio à plantação, que podem variar em forma e tamanho, devido a distribuição irregular dos nematoides na área. Esses sintomas ocorrem por que o fitonematoide dificulta a absorção de água e nutrientes pelas raízes, resultando em porte reduzido das plantas e clorose na parte aérea. Essas reboleiras podem ser visualizadas geralmente próximas de estradas e divisas. Também pode ocorrer murchamento nas horas mais quentes do dia. Se estiver ocorrendo uma redução progressiva na produtividade da cultura ao longo dos anos numa determinada área de plantio é forte indicativo de ocorrência de nematoides-de-cistos.



Fig. 9 - Reboleira demonstrando os sintomas do “nanismo amarelo da soja” causado por infestação de *H. glycines* (Fonte: iphytus.com).

Disseminação

Os nematoides-de-cistos podem se espalhar quando o solo infectado é transportado por equipamentos agrícolas, sementes não limpas, vento, água e até mesmo por pássaros que comem os cistos. Uma vez que esse nematoide se instala em uma área, é muito difícil removê-lo, então os agricultores precisam aprender a lidar com ele.



Fig. 10 - Cisto de *H. glycines* (Fonte: cabidigitalibrary.org).

Ciclo de vida

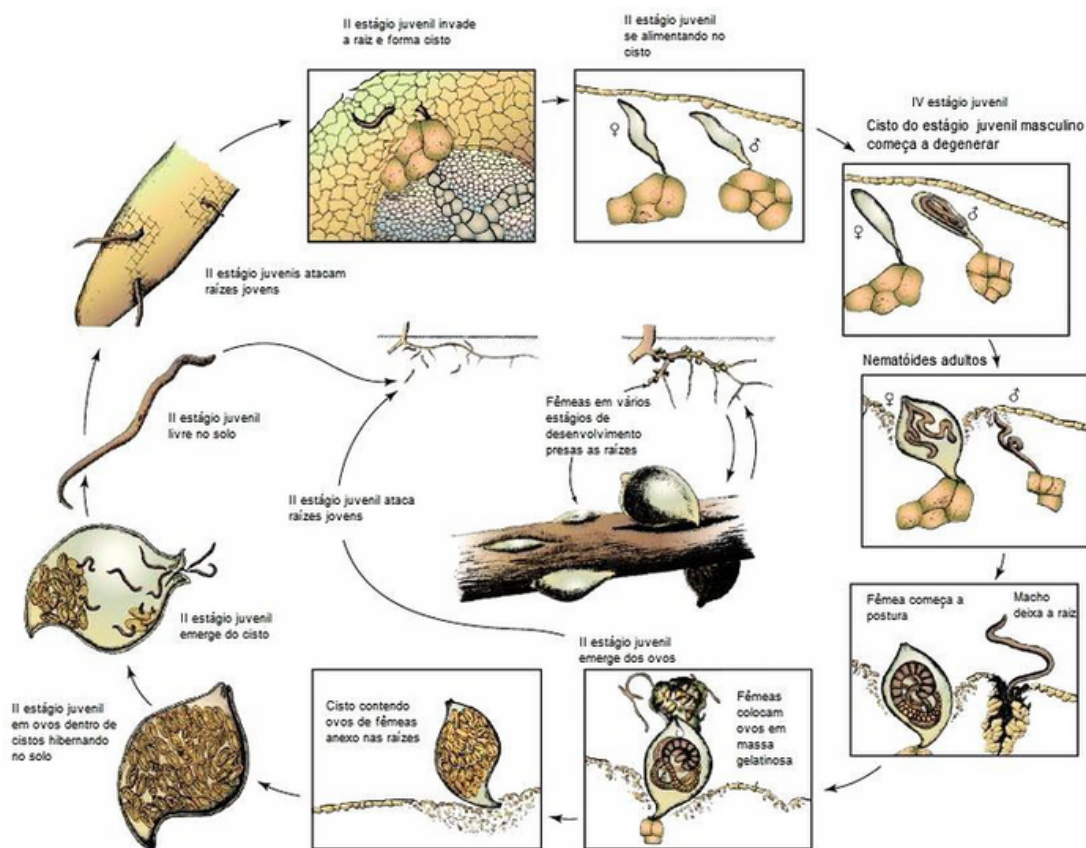


Fig. 11 - Ciclo de vida da espécie *H. glycines*. Os nematoides-de-cistos começam sua vida como ovos dentro de cistos no solo. Quando os ovos eclodem, os nematoides juvenis (J2) procuram por raízes jovens da planta para infectar. Uma vez dentro da raiz, o J2 forma uma estrutura chamada sincício para se alimentar e continua a crescer e se desenvolver até se tornar adulto. O macho adulto abandona a raiz, enquanto a fêmea começa a produzir uma massa de ovos gelatinosa na superfície da raiz. Muitos ovos permanecem dentro do corpo da fêmea, que morre e forma um novo cisto no solo, reiniciando o ciclo de vida dos nematoides-de-cistos (Fonte: Adaptado de Agrios, 2004).

Nematoides-de-lesões

Os nematoides-de-lesões radiculares são um grupo de fitonematoides que infectam as raízes das plantas e causam lesões que podem afetar significativamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura. O gênero mais comum de nematoides-de-lesões é o *Pratylenchus* e a principal espécie é o *Pratylenchus brachyurus*.

Esse nematoide é amplamente distribuído nas lavouras de soja, milho e sorgo no Brasil, principalmente na região centro-oeste.



Fig. 12 - Lesões radiculares em soja causadas por *P. brachyurus* (Fonte: Adaptado de Oliveira e Carregal, 2017).

Principais sintomas

Os nematoides do gênero *Pratylenchus* causam danos às raízes das plantas quando se alimentam e se movimentam. Esses nematoides danificam o córtex radicular formando “canais” lesionados ao longo das raízes. As lesões nas raízes podem deixar a planta vulnerável a infecções por fungos e bactérias, o que pode levar a uma perda ainda maior na produtividade.

Geralmente, em áreas afetadas pelo *P. brachyurus*, as plantas de soja podem ficar menores e formar grupos de tamanhos irregulares, mas continuam verdes. As raízes afetadas pelos nematoides podem apresentar manchas escuras causadas pelo ataque do patógeno às células da raiz. Esse dano é causado quando o nematoide se alimenta e libera toxinas na raiz. A intensidade desses sintomas pode variar dependendo do tipo de solo.

Monitoramento

A infestação por nematoides-de-lesões radiculares pode resultar em reduções significativas na produtividade e na qualidade das culturas, afetando diretamente a rentabilidade dos produtores. Por isso, é importante que os agricultores monitorem regularmente as plantações em busca de sinais de infestação e adotem medidas de manejo adequadas para minimizar os impactos desses nematoides nas plantas.



Fig. 13 - *P. brachyurus* migrando pelo interior de uma raiz e soja (Fonte: maissoja.com.br).

Ciclo de vida

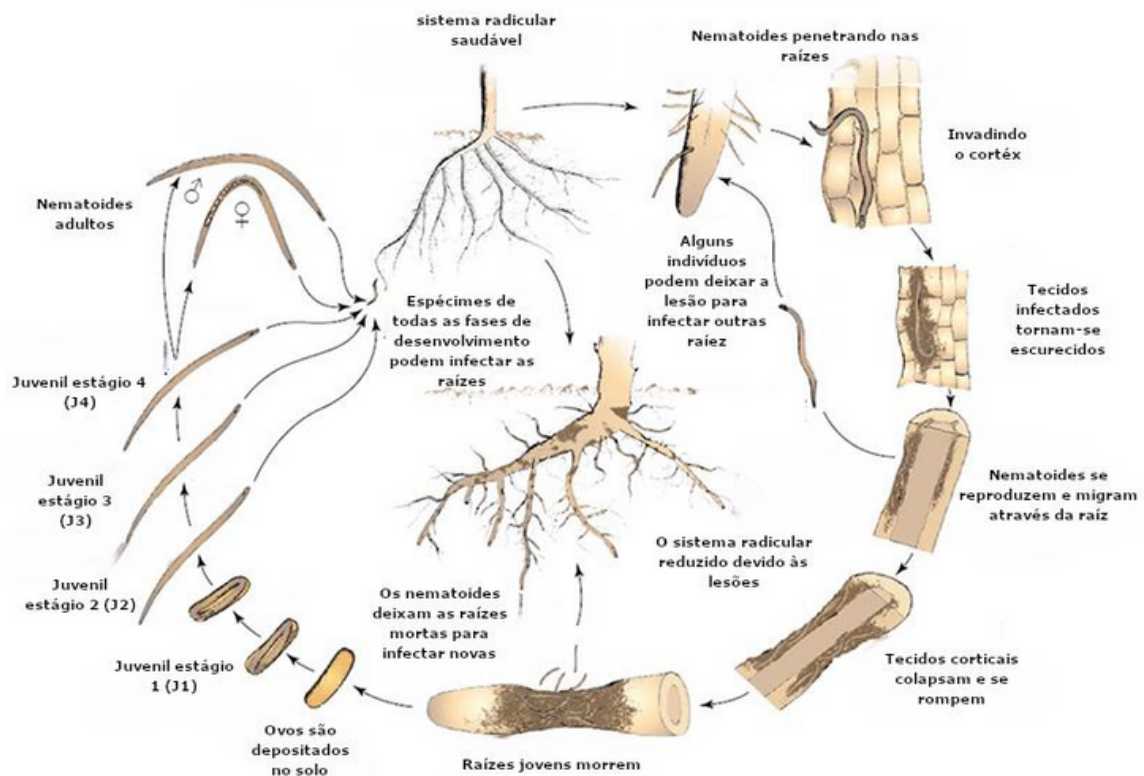


Fig 14 - Ciclo de vida da espécie *P. brachyurus*. O ciclo de vida dos nematoides-de-lesões radiculares começa com o desenvolvimento dos J1 e J2 dentro do ovo. Depois de saírem do ovo, os nematoides passam por mais dois estágios juvenis até se tornarem adultos. Durante todo o desenvolvimento, eles podem penetrar nas raízes. Depois de penetrar, os nematoides começam a se mover ao longo da raiz, o que causa danos e degradação dos tecidos, levando ao colapso completo da raiz. Quando a raiz morre, os nematoides deixam a raiz para infectar novas raízes jovens (Fonte: Adaptado de Agrios, 2004).

Nematoide-espiralado

Conhecido por nematoide-espiralado, o *Helicotylenchus dihystra*, ataca a cultura da soja e, nos últimos anos, tem causado preocupação aos especialistas, visto que tem sido relatado em altas populações em diversas lavouras.

O nematoide-espiralado é chamado assim porque ele tem uma característica única e distintiva, que é o formato espiralado do seu corpo. Quando examinado ao microscópio, é possível ver que o corpo do nematoide se enrola em torno de si mesmo, formando uma espiral.



Fig. 15 - *Helicotylenchus spp.* adulto (Fonte: elevagro.com).

Principais sintomas

Quando o nematoide-espiralado infecta as raízes das plantas, ele começa a se alimentar das células da superfície do tecido da raiz. Esse processo de alimentação causa a formação de pequenas lesões na região afetada, com inúmeras pontuações superficiais, que geralmente são de cor marrom a preta. Esses sintomas são visíveis nas raízes das plantas afetadas, que apresentam uma redução no seu crescimento e volume, e um escurecimento no tecido afetado. Na cultura da soja, esses sintomas são sutis e difíceis de serem identificados a olho nu.



Fig. 16 - Raízes de banana infectadas por *Helicotylenchus multicinctus* e *H. dihystra* (Fonte: elevagro.com).

Tipo de parasitismo

Entre as espécies de nematoides, existem os ectoparasitas e os endoparasitas. Os nematoides ectoparasitas ficam do lado de fora da raiz das plantas, alimentando-se das células sem entrar dentro delas. Já os nematoides endoparasitas entram nas raízes das plantas para se alimentar e se desenvolver, causando mais danos. Em geral, os nematoides espiralados são ectoparasitas, ou seja, se movimentam pelo solo e se alimentam apenas na superfície das raízes. No entanto, em algumas culturas específicas, esses nematoides também conseguem penetrar nas raízes e se tornar endoparasitas, causando danos mais graves às plantas.

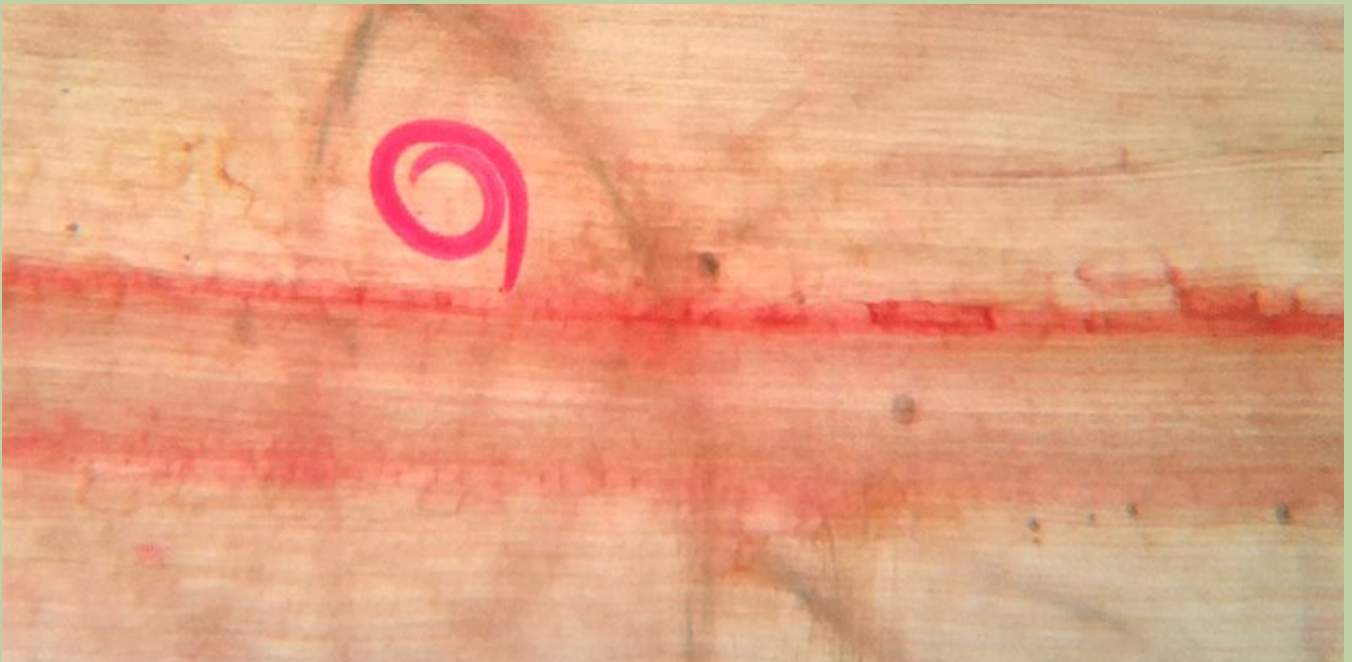


Fig. 17 - *H. dihystra* se alimentando na superfície de uma raiz (Fonte: elevagro.com).

Monitoramento

Segundo pesquisas recentes, esse tipo de nematoide não causa tantos danos econômicos nas culturas quando ataca sozinho. Porém, se ele estiver presente junto com outras espécies de nematoides, como o *Pratylenchus brachyurus*, pode causar danos nas raízes das plantas e diminuir a produção de grãos. Portanto, é importante realizar um monitoramento frequente das áreas de cultivo afetadas pelos nematoides espiralados, pois sua infestação tem crescido nos últimos anos. Com isso, será possível avaliar a necessidade de aplicação de medidas de controle para combater esses parasitas.

Nematoide reniforme

O *Rotylenchulus reniformis*, conhecido como nematoide reniforme (devido ao formato das fêmeas que ficam fixadas na superfície da raiz), é uma espécie de nematoide que pode causar problemas sérios para a cultura da soja, em diversas regiões do Brasil. Este nematoide é um problema também quando a soja é rotacionada com o algodão, causando perdas em ambas as culturas. Em algumas áreas, a densidade populacional do nematoide reniforme é muito alta e pode prejudicar significativamente a produção de soja.



Fig. 18 - Fêmea de *R. reniformis* fixada na superfície de uma raiz (Fonte: plantwiseplusknowledgebank.org).

Principais sintomas

Em solos infestados, as plantações de soja exibem desuniformidade significativa, com áreas extensas de plantas subdesenvolvidas, a partir dos 40-50 dias de idade, que se assemelham a problemas de deficiência mineral ou compactação do solo. Não há ocorrência de reboleiras típicas ou formação de galhas. Além disso, o sistema radicular é empobrecido, e em algumas partes da raiz, pode-se notar uma camada de terra aderida às massas de ovos do nematoide, que são produzidas externamente.



Fig. 19 - Várias fêmeas de *R. reniformis* se alimentando na superfície de uma raiz (Fonte: plantwiseplusknowledgebank.org).

Dispersão

Ao contrário de outras espécies que afetam a soja, o nematoide reniforme não parece estar restrito à textura do solo, ocorrendo tanto em solos arenosos quanto em argilosos. Em solos argilosos, ele é geralmente a espécie dominante.

Como mencionado anteriormente, os sintomas de infestação não são tão evidentes quanto em outras espécies de nematoides, o que torna o monitoramento constante ainda mais importante. Quando não controlados, os nematoides reniformes podem causar uma diminuição no rendimento da cultura, comprometendo a rentabilidade do produtor rural.



Fig. 20 - Plantas afetadas pelo nematoide reniforme (Fonte: maissoja.com.br).

Ciclo de vida

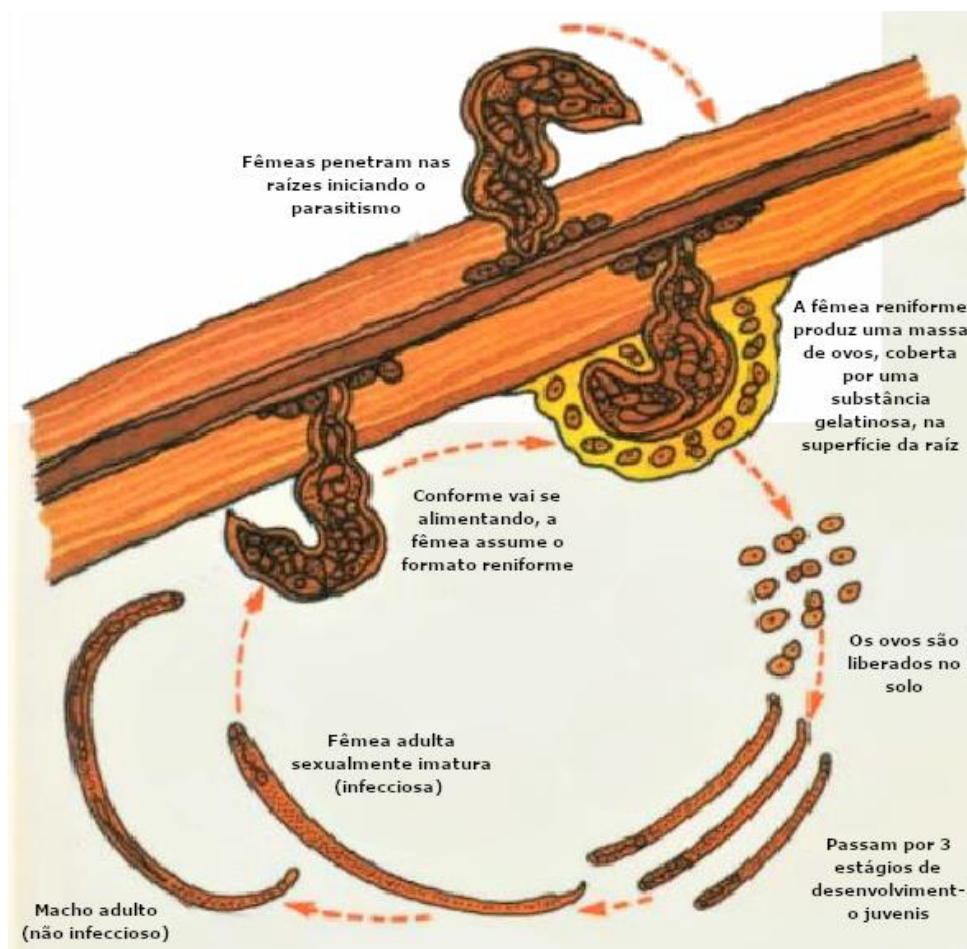


Fig. 21 - Ciclo de vida da espécie *Rotylenchulus reniformis*. O ciclo de vida da espécie começa a partir dos ovos liberados no solo, os nematoides passam por 3 fases de desenvolvimento juvenil até se tornarem adultos. O macho adulto não tem a capacidade de infectar as raízes. Já a fêmea invade a raiz e inicia o seu processo de desenvolvimento até a maturidade. Conforme se desenvolve, a fêmea assume a forma reniforme característica e põe uma massa de ovos na superfície da raiz que é liberada no solo, reiniciando o ciclo (Fonte: Adaptado de ecofertilizing.pe).

FORMAS DE CONTROLE DE FITONEMATOIDES

As estratégias de manejo ou controle de fitonematoides têm como principal objetivo prevenir a ocorrência de altas populações das espécies prejudiciais, evitando que venham a causar graves danos e perdas econômicas. A definição mais adequada do controle de fitonematoides seria a de adoção de medidas que provoquem reduções em suas populações, mantendo-os durante o tempo necessário em patamares que não causem maiores danos à cultura.

Existem diferentes maneiras de controlar os fitonematoides, que dependem do tipo de fitonematoide e de como ele afeta a planta. Em lugares com climas diferentes, as técnicas podem variar um pouco. As principais formas de controle são baseadas no uso de nematicidas químicos, nematicidas de origem orgânica, controle biológico com fungos, controle biológico com bactérias e, mais classicamente, no manejo das propriedades afetadas com a rotação de culturas com plantas resistentes. Recentemente, o desenvolvimento de cultivares resistentes melhoradas geneticamente também passou a ser uma nova alternativa.

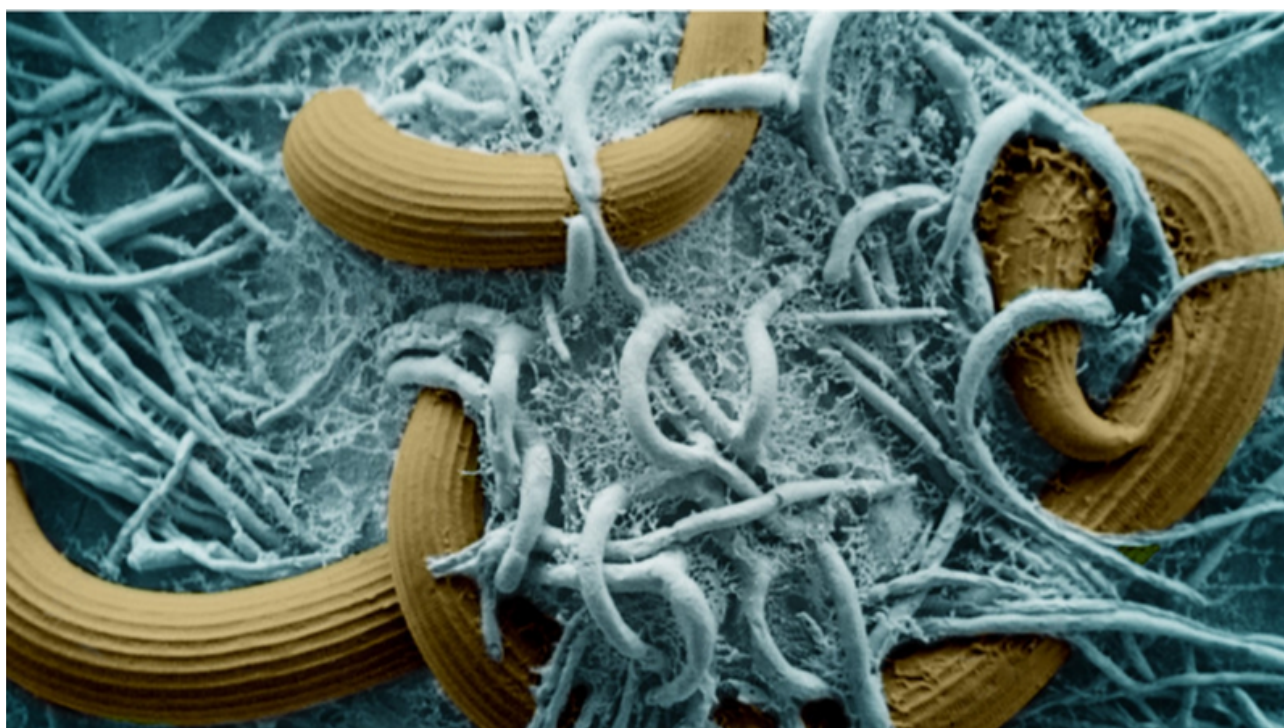


Fig. 22 - Fitonematoides capturados por uma rede de fungos usados como controle biológico (Fonte: carbongold.com).

MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE FITONEMATOIDES

O primeiro passo necessário para iniciar o controle dos fitonematoides na lavoura é descobrir exatamente quais as espécies que estão presentes na área. Para isso, é preciso coletar amostras de solo e raízes e enviar para um laboratório especializado que irá realizar o diagnóstico.

As duas principais formas de diagnóstico de fitonematoides são a análise microscópica e as técnicas moleculares. A análise microscópica envolve a coleta de amostras de raízes ou solo e a observação dos vermes através de um microscópio. Essa técnica é relativamente simples e econômica, mas requer treinamento especializado para identificar com precisão as diferentes espécies de fitonematoides presentes. Além disso, essa técnica pode não ser capaz de detectar baixas populações de fitonematoides, o que pode levar a falsos negativos.

As técnicas moleculares, por outro lado, são baseadas na identificação de material genético de fitonematoides usando reações de PCR (reação em cadeia da polimerase) ou outras técnicas moleculares. Essas técnicas são altamente sensíveis e específicas, podendo detectar até mesmo pequenas quantidades de material genético de fitonematoides.



Fig. 23 - Rizosfera (Fonte: agroinsight.com.br).

CONCLUSÃO

Os fitonematoides são um grande problema para a agricultura, causando prejuízos bilionários. Para controlar esses patógenos, existem métodos como a rotação de culturas, o uso de nematicidas químicos e biológicos e o uso de variedades resistentes geneticamente. É importante saber quais espécies de nematoides estão presentes no solo para escolher o método mais eficiente de controle. Por isso, é necessário desenvolver métodos de diagnóstico rápidos e precisos para identificar as espécies de fitonematoides presentes no solo e aumentar a produtividade da agricultura brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-ELGAWAD, M. M. M.; ASKARY, T. H. Impact of phytonematodes on agriculture economy. *Biocontrol agents of phytonematodes*, p. 3–49, 2015.
- AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. Burlington: Elsevier, 2004.
- ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). *Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja*. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p. 39-62.
- BERNARD, G. C.; EGNIN, M.; BONSI, C. The Impact of Plant-Parasitic Nematodes on Agriculture and Methods of Control. *Nematology - Concepts, Diagnosis and Control*, 16 ago. 2017.
- DECRAEMER, W.; HUNT, D. J. Structure and classification. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds.). *Plant Nematology*. Wallingford: CAB International, 2006. p. 3-32.
- DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematóide de importância para a soja no Brasil. In: *Boletim de Pesquisa de Soja 2007*. Rondonópolis: FUNDAÇÃO MT, 2007. p. 173-183.
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. (Org.). *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, 2016.
- FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 168-201.
- INOMOTO, M.M. & G.L. ASMUS, 2008. Manejo de nematoides na cultura da soja no Mato Grosso. In: *Boletim de Pesquisa da Soja*, pp. 161-169. Rondonopolis, Fundacao MT.
- JONES, J.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN, E.; GAUR, H. S.; HELDER, J.; JONES, M. G. K.; KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LOPEZ, R.; PALOMARES-RIUS, J. E.; WESEMAEL, W. M. L.; PERRY, R. N. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, v. 14, p. 946-961, 2013. DOI: 10.1111/mpp.12057.

AGRADECIMENTOS



Fundação MT



CENTRAL ANALÍTICA



CONNECT FARM



SOBRE OS AUTORES

David Fagundes

Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologia e Mestre em Ambiente e Sustentabilidade pela UERGS. Atualmente é doutorando em Tecnologia Ambiental na UNISC. Possui experiência com ferramentas de bioinformática, análises genômicas, análises enzimáticas colorimétricas e análises moleculares

Pedro Lemos

Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade de Brasília, mestre em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa, doutor em Biociências e Ciências Agroalimentares pela Universidade de Córdoba, Espanha. Tem experiência no campo de fitossanidade de plantas cultivadas (compressão dos aspectos biológicos e genéticos da interação entre plantas e fitopatógenos).

Alexandro Cagliari

Doutor em Genética e Biologia Molecular pela UFRGS. Professor Adjunto em Biotecnologia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS. Possui experiência nas áreas de transformação genética de plantas, metabolismo de lipídeos em espécies oleaginosas, biotecnologia agrícola e análises de bioinformática.

Alexandre Rieger

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (1985), mestre (1996) e doutor em Genética e Biologia Molecular (2009) pela UFRGS. Atualmente, é docente do departamento de Ciências da Vida da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, coordenador do Laboratório de Biotecnologia e Genética, professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde da UNISC e professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da UNISC. Tem experiência na área de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultores 9, 11, 14
Agricultura 4, 6, 18
Água 4, 5, 8, 9

B

Bactérias 5, 10, 16

C

Células 5, 7, 10, 12, 13
Cistos 8, 9
Cultivo 13
Cultura 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18

D

Danos 5, 6, 10, 13, 16
Doença 8

E

Espécies 4, 6, 13, 15, 16, 17, 18

F

Fitonematoides 5, 6, 10, 16, 17, 18
Fitoparasitas 5
Folhas 6
Fungos 5, 10, 16

G

Galhas 6, 7, 8, 14
Gênero 6, 10

I

Infestação 8, 11, 13, 15

L

Lavoura 6, 7, 10, 12, 17
Lesões 10, 11, 12

M

Manejo 11, 16

N

Nutrientes 5, 7, 8

O

Ovos 8, 14

P

Parasitas 4, 13
Patógenos 5, 18
Plantas 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16
Produtividade 8, 10, 11, 18

R

Raízes 5, 8, 10, 12, 13, 17
Reboleiras 6, 7, 8, 14

S

Sintoma 7, 8, 10, 12, 15
Soja 6, 8, 10, 12, 14, 15
Solo 4, 5, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18

V

Vegetais 5
Vermes 4, 5, 17