

Fol
02571



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA = EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO - CPATSA

NEMATÓIDES DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA^{1/}

Jaime Maia dos Santos^{2/}

~~Nematóides de importância
1981 PL-04390~~



^{1/} Trabalho distribuído aos participantes do treinamento em Controle de pragas e doenças das principais culturas do Trópico Semi-Árido.

^{2/} Pesquisador M.S., Nematologista do CPATSA/EMBRAPA, 56.300 Petrolina-PE.

C O N T E Ú D O

| | Página |
|--|--------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. UM BREVE HISTÓRICO | 1 |
| 3. PERDAS CAUSADAS POR FITONEMATÓIDES | 2= |
| 4. MORFOLOGIA | 2 |
| 5. CLASSIFICAÇÃO | 3 |
| 6. BIOLOGIA | 6 |
| 6.1. Ciclo de vida e hábito de alimentação | 6 |
| 6.1.1. Ectoparasitas | 6 |
| 6.1.2. Endoparasitas migradores | 6 |
| 6.1.3. Endoparasitas sedentários | 7 |
| 6.1.4. Semi-endoparasitas | 8 |
| 7. DINÂMICA DA POPULAÇÃO | 8 |
| 8. SINTOMAS DE PLANTAS ATACADAS POR FITONEMATÓIDES | 9 |
| 9. MÉTODOS GERAIS DE CONTROLE | 10 |
| 9.1. Quarentena | 11 |
| 9.2. Práticas culturais | 12 |
| 9.2.1. Rotação de culturas | 12 |
| 9.2.2. Alqueive | 12 |
| 9.2.3. Plantas antagônicas | 13 |
| 9.2.4. Remoção de plantas atacadas | 13 |
| 9.3. Métodos físicos | 13 |
| 9.4. Controle biológico | 14 |
| 9.5. Variedades resistentes | 14 |
| 9.6. Controle químico | 14 |
| 9.7. Controle integrado | 15 |
| 10. LITERATURA CONSULTADA | 15 |

1. INTRODUÇÃO

Os nematóides estão entre os animais que apresentam maior diversidade de habitat. Vivem não somente no solo mais também em água doce e água salgada, onde quer que exista matéria orgânica. São encontrados do ártico aos trópicos e das profundezas dos oceanos ao topo de altas montanhas. São tão numerosos que acerca deles foi dito: "... se toda matéria orgânica no universo, exceto os nematóides, fosse abruptamente retirada, nosso mundo seria prontamente reconhecível... encontraríamos nossas montanhas, encostas, vales, rios, lagos e oceanos representados por um filme de nematóides" (COBB, 1914).

No solo os nematóides formam a parte mais ativa da fração animal do complexo biótico. Em 1 m² até a profundidade de 15 cm podem ocorrer de 3 a 18 bilhões de nematóides. Naturalmente, estes dados incluem formas bacteriófagas, algófagas, micófagas, protozoófagas, nematófagas, etc., além dos parasitas de plantas superiores que são o objeto de nossa discussão.

2. UM BREVE HISTÓRICO

O conhecimento de nematóides parasitas de animais provavelmente é tão antigo quanto a história do homem. Entre os primeiros relatos zoológicos estão referências ao terrível verme da Guiné, Dracunculus medineensis, o qual habita o corpo humano, especialmente os braços e as pernas, causando intensa dor e inflamação. Na história do Antigo Egito são encontradas referências a este e ao conhecido nematóide parasita do homem, Ascaris lumbricoides com data de 1553-1550 A.C.

Entretanto, o primeiro nematóide parasita de plantas só foi conhecido em 1777. Trata-se de Anguina tritici (Steinbuch, 1799) Filipjev, 1936, o nematóide dos grãos do trigo, internacionalmente conhecido como "the wheat nematode". Em nosso país, a primeira constatação sobre a ocorrência de fitonematóides se deu em 1878. O Dr. M.C. JOBERT, professor da Escola Politécnica da França, em visita ao Brasil, inspecionou cafezais

^{1/} Trabalho distribuído aos participantes do Treinamento em Controle de Pragas e Doenças, oferecido pelo CPATSA/EMBRAPA em setembro de 1981.

^{2/} Pesquisador M.S., Nematologista, CPATSA/EMBRAPA, 56.300-Petrolina-PE.

da então província do Rio de Janeiro e constatou a ocorrência de um nemat^oide associado às raízes de plantas doentes. Dez anos depois, E.A. GOELDI, um naturalista suíço, investigou o mesmo problema e publicou um relatório de 116 páginas sobre a doença do cafeeiro na província do Rio de Janeiro. Ele chamou o nemat^oide causador da doença de Meloidogyne exigua e o erigiu como espécie tipo do novo gênero. Além de conter a diagnose do novo gênero e de sua espécie tipo, também nova, este relatório se constitui no primeiro relato sobre uma espécie de Meloidogyne como causa de uma grave doença em uma cultura de importância econômica.

3. PERDAS CAUSADAS POR FITONEMATÓIDES

No passado, os danos causados por fitonemat^oides foram frequentemente ignorados ou atribuídos a outras causas, tais como a baixa fertilidade do solo, deficiência de umidade, ou a "exaustão do solo". O tamanho microscópico desses pat^ogenos, o fato de que a grande maioria vive no solo e a escassa informação sobre a sua ocorrência e patogenicidade foram as causas principais para o seu desconhecimento.

Quando os nematicidas se tornaram comercialmente disponíveis, há cerca de trinta anos atrás, foi possível efetuar-se o controle de nemat^oides em larga escala, sobre condições de campo, e assim demonstrar-se seu efeito adverso sobre as culturas. A média de produção de parcelas tratadas, em 853 campos experimentais nos Estados Unidos, foi 87% maior do que parcelas não tratadas. Em 1971, um grupo de pesquisadores americanos estimaram que as perdas anuais causadas por fitonemat^oides, em seu país, atingiam a cifra de um bilhão e seiscentos milhões de dólares. Em nosso país, embora não disponhamos de dados similares, acredita-se que, proporcionalmente, os nemat^oides podem estar causando prejuízos mais expressivos, mormente em nossa região, onde as condições edafoclimáticas são muito favoráveis a atividade e reprodução de fitonemat^oides. Solos arenosos, temperatura na faixa de 15 a 30°C e umidade em torno de 40 a 60% da capacidade de campo propiciam a máxima atividade desses organismos. Tais condições são largamente encontradas em todo Nordeste Semi-Árido, especialmente em áreas irrigadas cultivadas quase que continuamente.

4. MORFOLOGIA

Os fitonemat^oides exibem considerável variação em sua estrutura externa e interna, à qual se atribui a enorme capacidade de adaptação desses organismos a quase todos os tipos de ambientes onde pode existir vida. Apesar desta complexidade estrutural, certos caracteres estruturais básicos são comuns a todos os nemat^oides.

Tipicamente, os nematóides são organismos vermiformes, dotados de simetria bilateral e que não apresentam segmentação. Todavia, quanto à forma do corpo, em alguns gêneros a fêmea assume a forma de pera ou se torna ligeiramente esférica. Isto é devido à degeneração da musculatura somática e subsequente perda do poder de locomoção, a exemplo do que ocorre em Tylenchulus, Meloidogyne, Heterodera, Globodera, etc.

Quanto ao tamanho, no filo Nemata são encontrados organismos medindo desde 0,2 mm até 9 m. As espécies fitoparasitas, entretanto, variam entre 0,2 mm (Paratylenchus sp.) e 3 mm (Longidorus sp.).

A parte do corpo do nematóide envolvida diretamente no processo de alimentação é chamada estilete e situa-se na extremidade anterior ("cabeça"). É uma estrutura oca e funciona à semelhança de uma agulha de injeção. Com ele os fitonematóides succionam o conteúdo líquido das células do hospedeiro. Este material passando pelo esôfago cai no intestino tubular que termina no anus. Ainda utilizando o estilete, estes patógenos também injetam materiais enzimáticos dentro das células do hospedeiro, antes e/ou durante o processo de alimentação.

O aparelho reprodutor da fêmea tem uma abertura (vulva) e pode ser dotado de um ou dois ovários, dependendo da espécie. Nos machos, o aparelho reprodutor abre-se no reto formando uma cloaca. ✕

5. CLASSIFICAÇÃO

Com o intuito de situarmos os fitonematóides dentro do Reino Animal, apresentaremos, resumidamente, algumas categorias taxonômicas superiores* dentro das quais a grande maioria dos fitonematóides estão inseridos. O Quadro 1, fornece um esboço diagramático das categorias taxonômicas superiores que incluem os fitonematóides mais importantes, até o nível de superfamília, enquanto que o Quadro 2 contém a classificação hierárquica de Meloidogyne javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949, amplamente disseminado em nossa região.

* Categoria taxonômica superior é um taxon acima do nível de espécie, dentro do qual são colocados todos os taxa considerados no mesmo nível na classificação hierárquica.

QUADRO 1. Categorias taxonômicas superiores que incluem as espécies mais importantes de fitonematóides até o nível de superfamília.

| FILO | CLASSE | ORDEM | SUPERFAMÍLIA |
|--------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | Secernentea | Tylenchida | Tylenchoidea |
| | | | Aphelenchoidea |
| Nemata ou Nematoda | | | |
| | Adenophorea | Dorylaimida | Dorylaimoidea |

QUADRO 2. Classificação hierárquica* de Meloidogyne javanica.

| TAXA | COMPOSIÇÃO | EXEMPLO |
|--------------|---------------------|---|
| Filo | Grupo de classes | Nematoda (Diesing, 1861) Potts, 1932 |
| Classe | Grupo de ordens | Secernentea (Von Linstow, 1905) Dougherty, 1958 |
| Ordem | Grupo de famílias | Tylenchida (Filipjev, 1934) Thomas, 1948 |
| Superfamília | Grupo de famílias | Tylenchoidea (Orley, 1880) Chitwood & Chitwood, 1937 |
| Família | Grupo de gêneros | Meloidogynidae Wouts, 1973 |
| Gênero | Grupo de espécies | <u>Meloidogyne</u> Goeldi, 1887 |
| Espécie | Grupo de populações | <u>Meloidogyne javanica</u> (Treub, 1885) Chitwood, 1949. |

* Governada pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (Congresso Internacional de Zoologia, 1961).

6.. BIOLOGIA

O conhecimento da biologia de uma determinada espécie de nematóide é imprescindível nas seguintes situações:

- a) No planejamento de um programa de controle;
- b) Na identificação da espécie;
- c) No planejamento de medidas preventivas à disseminação;
- d) Na escolha do método de extração do nematóide do solo ou de tecidos de plantas para propósitos de diagnóstico.

6.1. Ciclo de vida e hábito de alimentação

O ciclo de vida e hábito de alimentação, entre os fitonematóides, variam de acordo com o gênero envolvido. Existem quatro tipos básicos de ciclo de vida, a saber:

6.1.1. Ectoparasitas - São os fitonematóides que vivem estritamente do lado de fora das raízes durante toda a sua vida. São nematóides vermiformes e apresentam o ciclo de vida mais simples, entre os demais grupos. Os ovos são deixados no solo isoladamente. Forma-se a larva de primeiro estágio dentro do ovo, a qual sofre a primeira ecdise e se transforma em larva de segundo estágio, a qual eclode imediatamente. Três outras ecdises irão ocorrer, até atingir o estágio adulto. Os vários estádios jovens podem ou não alimentar-se sobre os tecidos da planta, dependendo do gênero envolvido. Estes nematóides se alimentam de fora da raiz, através de perfurações do tecido externo do hospedeiro com o estilete.

Entre os diferentes gêneros de fitonematóides ectoparasitas, observa-se nítida preferência pelo local de alimentação ao longo da raiz do hospedeiro. Assim é que Trichodorus, Hemicycliophora, Longidorus e Xiphinema alimentam-se estritamente na região do meristema apical (ponta da raiz). Outros ectoparasitas são menos especializados no tocante a esta particularidade. Geralmente, os ovos dos nematóides ectoparasitas são mais resistentes às condições adversas do meio, dificultando, em certos casos, o controle destes organismos.

6.1.2. Endoparasitas migradores - Os nematóides deste grupo também são vermiformes. Iniciam seu processo de alimentação sobre tecidos externos das raízes do hospedeiro e continuam abrindo o seu próprio caminho dentro do cortex da raiz, enquanto vão deixando seus ovos. Nestes, formam-se larvas de primeiro estágio, as quais passando pela primeira ecdise, transformam-se em larvas de segundo estágio. Estas deixando o ovo, continuam

seu processo de desenvolvimento dentro da raiz passando por três novas ecdises até atingir o estágio adulto. Desse modo, muitas gerações podem ocorrer dentro de uma única raiz sem que haja migração para o solo. Assim, os níveis de população no solo serão muito baixos, enquanto que milhares de indivíduos podem ser encontrados em um único grama de raízes.

Quando as plantas atingem o final do ciclo, e os tecidos das raízes infectadas iniciam o processo de desintegração, os nematóides migram para o solo em busca de novas raízes de hospedeiros suscetíveis, dando continuidade a seu ciclo. Na ausência de raízes, os adultos podem sobreviver no solo até a próxima estação de plantio.

Estes nematóides não tem formas de resistência dentro do seu ciclo de vida. Todavia, as raízes das plantas, que os abriga, podem protegê-los de períodos secos, extremo calor ou frio, ou outras condições adversas do solo, incluindo a ação de fumigantes.

Os gêneros mais importantes neste grupo são Pratylenchus e Radopholus. Várias espécies do primeiro ocorrem no Brasil. Em nossa região, Pratylenchus brachyurus já foi constatado em associação com videira, feijão, caupi e plantas silvestres. Pratylenchus coffea, por sua vez, já foi assinalado causando danos às raízes de bananeira no projeto de irrigação de Banabuiu - Morada Nova-CE. Entretanto, a principal espécie de fitonematóide que ataca esta cultura é Radopholus similis, não só no Brasil mas em todo o mundo. Isto porque além dos danos diretos, este nematóide interage com outros patógenos que atacam esta cultura, aumentando a severidade de outras doenças. Esta particularidade, todavia, não é exclusiva desta espécie.

6.1.3. Endoparasitas sedentários - O gênero mais importante nesta categoria é Meloidogyne. Do ovo eclode a larva de segundo estágio a qual migra para o solo e penetra na raiz, à semelhança de um endoparasita migrador. Apenas este estágio é infectivo em toda a história da vida do nematóide e só nesta fase há motilidade. Após a penetração, a larva migra até o local de alimentação, próximo ao tecido vascular. A partir daí, torna-se sedentária e iniciam-se os processos de alimentação e ecdise. Continuando seu desenvolvimento, a larva passa a alterar a sua forma, engrossando-se até adquirir (na fase adulta) a forma de uma pera, embebida completamente nos tecidos da raiz. A larva que irá originar um macho também se engrossa durante este dimorfismo, mas emerge na forma de um indivíduo vermiforme, o qual não mais parasita o hospedeiro.

Embora hajam evidências de que ocorram cópula, este fenômeno ainda não foi observado. Demonstrou-se, por outro lado, que a reprodução sem o concurso dos machos (pertenogênese) é comum neste gênero.

Os ovos são depositados pelas fêmeas no interior de um "saco" formado por uma substância gelatinosa, previamente liberada pelo anus, formando uma ooteca. Esta pode ser formada no interior do tecido da raiz parasitada, a exemplo do que se observa em raízes de plantas de cafeeiro atacadas por M. exigua. Todavia, comumente há rompimento do cortex radicular, à medida que a fêmea vai se desenvolvendo, de modo que a ooteca, neste caso, é formada na superfície da raiz. Cada fêmea produz em média 400 a 500 ovos, havendo registro de fêmeas que produziram mais de 2000. Quando a ooteca é formada na superfície da raiz, a eclosão se passa no solo. Neste caso a larva pode penetrar na mesma raiz, ou migrar para outra.

6.1.4. Semi-endoparasita - Esta é uma forma intermediária. Parte do corpo do nematóide ("cabeça" e "pescoço") fica embebida no tecido da raiz do hospedeiro, e o restante na rizosfera. O nematóide dos citrus Tylenchulus semipenetrans é o representante típico desse grupo.

Os ovos são depositados no solo. A larva de segundo estágio eclode e penetra parcialmente na raiz do hospedeiro. Iniciam-se os processos de alimentação e ecdise. A porção posterior da fêmea permanece no solo e durante seu desenvolvimento vai alterando sua forma, até, finalmente, assemelhar-se a forma de um rim. Atingindo a maturação, a fêmea pode ou não ser fertilizada. A substância gelatinosa na qual os ovos são liberados, usualmente envolve a extremidade posterior da fêmea fora da raiz. Cerca de 1000 ovos ou mais podem ser produzidos por cada fêmea.

7. DINÂMICA DA POPULAÇÃO

Os níveis de população de fitonematóides nos solos cultivados estão constantemente alterando-se. Diminuem quando as condições são adversas, tais como extremo de temperatura ou umidade ou quando os hospedeiros estão ausentes. Aumentam quando as raízes do hospedeiro são abundantes e estão em franco crescimento, e quando a umidade e temperatura são favoráveis. Quando a maioria das raízes de uma cultura são destruídas pelos próprios nematóides e outros organismos, os níveis de população caem rapidamente, visto que os fitonematóides, em sua grande maioria são parasitas obrigatórios. Isto significa que eles requerem a presença de células vivas do hospedeiro para alimentar-se e reproduzir-se. Entretanto, na época da colheita, os mais altos níveis de população de uma dada espécie de nematóide podem ser encontrados nos tratamentos que produziram mais, enquanto que os mais baixos podem ser encontrados nos tratamentos que produziram menos. Isto demonstra que as correlações entre níveis de população e destruição de raízes e produção são frequentemente negativas, se a amostragem não for efetuada na época apropriada durante a fase de crescimento da cultura.

8. SINTOMAS DE PLANTAS ATACADAS POR FITONEMATÓIDES

Os sintomas de plantas atacadas são comumente aqueles resultantes do depalpercimento de raízes, tais como: redução de crescimento, murcha, sintomas de deficiência de macro e micronutrientes e morte progressiva da planta de cima para baixo ("dieback") para o caso de plantas perenes. Por outro lado, é consideravelmente difícil provarmos conclusivamente, dentre nematóides, outros microrganismos, outros fatores ou combinações destes, todos co-existindo simultaneamente no campo, qual a causa do depalpercimento de raízes. Para contornarmos tal dificuldade seriam requeridos procedimentos complexos e em certos casos, sofisticados equipamentos. Assim, os sintomas de doenças causadas por fitonematóides nem sempre são específicos, o que dificulta a identificação da doença ao nível de campo. Por exemplo, o crescimento atrofiado é um sintoma comum em plantas atacadas por nematóides. Entretanto, muitas outras causas podem originar este tipo de sintoma. Portanto, a constatação de um certo nematóide associado a determinada planta exibindo pobre crescimento, ainda que em altos níveis de população, não prova, por si só, que este nematóide é a causa primária da doença. Todavia, na prática, valemo-nos da análise de amostras de solo em laboratório para fornecermos o diagnóstico de problemas causados por nematóides. Preferimos aceitar um diagnóstico com 70% de segurança em um intervalo de tempo muito pequeno, a buscarmos 100% de segurança em um período de tempo muito maior.

No item 6.1. e seus sub-ítem, mencionamos que os fitonematóides têm diferentes hábitos de alimentação e, portanto, diferentes tipos de ciclo de vida. Uns vivem exclusivamente dentro das raízes, outros exclusivamente no solo e outros em ambos. Disso depreende-se que no processo de amostragem, é imprescindível tomarmos material de solo da rizosfera e raízes. É muito importante considerarmos a essa altura, que as doenças causadas por nematóides geralmente não se manifestam uniformemente em toda a área, mas ocorrem em reboleiras. Então, devemos coletar amostras de solo e raízes em diferentes reboleiras que apresentam sintomas semelhantes em uma mesma área, de modo a formarmos uma amostra composta. Procedemos do mesmo modo para com as manchas de solo que apresentar plantas sadias. Etiquetamos as amostras com o nome do produtor, nome da propriedade e local, data, cultura anterior, cultura atual, história dessa cultura e a próxima cultura a ser implantada na área. A seguir, a amostra deve ser enviada a um laboratório de Nematologia/Fitopatologia em saco plástico, por exemplo, tão rápido quanto possível. No transporte a amostra deve ser devidamente protegida contra superaquecimento e outras condições adversas.

9. MÉTODOS GERAIS DE CONTROLE

O controle de pragas e doenças na agricultura é uma atividade de natureza essencialmente econômica. Sendo assim, os gastos efetuados com o controle de um problema fitossanitário, têm que ser compensados pelo valor do aumento produzido. Para inferirmos sobre a economicidade de qualquer método de controle de determinado problema fitossanitário é imprescindível que, "a priori", façamos cálculos cuidadosos afim de certificarmos de que os custos totais não excedem os benefícios esperados. Considerando-se os riscos habituais da agricultura, sugere-se que os benefícios esperados com o controle de fitonematóides deverão exceder os custos em pelo menos três vezes, e preferivelmente mais.

Tratando-se de culturas anuais, os danos causados por fitonematóides estão diretamente correlacionados com a população inicial desses patógenos. Desse modo, salvo o emprego de alguns nematicidas, qualquer método de controle que resulte em redução da população inicial ou da capacidade infectiva, sendo economicamente viável, poderá ser utilizado indistintamente em qualquer cultura anual. Portanto, temos dado um enfoque único ao controle de fitonematóides associados às culturas anuais, em nossa região, em vez de estudá-lo em cada associação parasita-hospedeiro, isoladamente.

Em culturas perenes, por outro lado, o controle de fitonematóides, particularmente Meloidogyne sp. é mais difícil que em culturas anuais. Atualmente, as espécies de Meloidogyne ainda não são satisfatoriamente controladas por via química, quando associados a plantas perenes já estabelecidas. Entretanto, estão surgindo perspectivas promissoras com a crescente investigação envolvendo nematicidas sistêmicos. Mesmo assim, quantidades expressivas de nematicidas e diferentes métodos de aplicação são requeridos.

Muitos métodos de controle de fitonematóides têm sido desenvolvidos, desde a época em que foi demonstrado que estes patógenos podem reduzir a produção de culturas de importância econômica. Muitos desses métodos foram desenvolvidos intencionalmente, com conhecimento de causa, especialmente o método químico. Outros, porém, tais como as práticas culturais de alqueive e rotação de culturas, foram descobertos por produtores que nunca pensaram que estas práticas poderiam reduzir os danos causados por nematóides em suas culturas.

Todas as pessoas que se dedicam à atividade agrícola e que sabem que os nematóides podem causar perdas em suas culturas já se defrontaram com a seguinte pergunta: Será que os nematóides são um problema potencial em tal área de minha propriedade, destinada ao plantio da cultura A ou B?

A resposta a essa pergunta pode vir por dois carinhos: 1) A história dessa área pode dizer se o problema potencial existe. Se os nematóides foram problema para culturas anteriores plantadas nessa área, as chances são altas de que agora eles de novo o sejam. Porém, se o passado desse campo, no que concerne aos nematóides, não é conhecido, então temos uma outra alternativa: 2) A amostragem sistemática da área, conforme a metodologia descrita no ítem 8. Caso o campo esteja em pousio a amostragem é feita em zig-zag, como se fosse para análise de fertilidade, de modo que se tenha uma amostra composta de 10 sub-amostras por hectare. Com um desses dois procedimentos, chegaremos a uma resposta para a questão formulada. Se for positiva, então uma nova pergunta obrigatoriamente surge: que método de controle deveria ser usado?

Existem sete métodos complexos (porque cada um deles envolve vários princípios) para se obter o controle de fitonematóides, a saber:

1. Quarentena
2. Práticas culturais
3. Métodos físicos
4. Controle biológico
5. Variedades resistentes
6. Controle químico
7. Controle integrado.

A escolha do método mais adequado, em cada caso, requer um completo conhecimento de causa. Portanto, é indispensável que técnicos especializados estejam envolvidos no processo decisório sobre o método a ser adotado em determinadas circunstâncias.

A seguir, discutiremos resumidamente, cada um desses métodos.

9.1. Quarentena - As medidas de quarentena são fundamentalmente reguladoras e proibitivas. O governo federal ou estadual promulgam leis que proíbem a movimentação de solo e/ou materiais de plantas infestadas. Considerando-se que os nematóides não se disseminam pelos seus próprios recursos, mas sempre requerem o concurso de um agente externo para disseminá-los, o qual geralmente é o próprio homem, conclui-se que as medidas de quarentena, em princípio, são as mais eficientes e mais baratas que existem. Na prática, entretanto, elas não funcionam, visto que para sua execução conta-se com a responsabilidade de cada cidadão no cumprimento às leis. Exatamente neste ponto a medida perde sua eficiência, visto que as

leis não são cumpridas, quer por desconhecê-las, quer por decisão própria e irresponsável de alguns em não cumprí-las. Entretanto, entre as mais importantes medidas de quarentena, estão aquelas que o produtor deve impor a si mesmo. Se o seu campo não está infestado, êle deverá fazer tudo que é possível para evitar a introdução do problema. Uma vez introduzido, êle terá que conviver com o problema durante o restante de sua vida, visto que, com os métodos de controle disponíveis na atualidade é praticamente impossível a erradicação de nematóides de áreas infestadas. A partir daí, o custo das medidas de controle que ele adotar, quando necessário, será abatido do lucro que ele vinha tendo antes que o problema existisse.

9.2. Práticas culturais

9.2.1. Rotação de culturas - Sem dúvida é a prática cultural mais eficiente e por isso a mais usada para reduzir a população de nematóides no solo. Culturas anuais suscetíveis são alternadas com culturas não hospedeiras ou resistentes. As limitações para o uso da rotação de culturas com este fim depende da faixa de hospedeiros da espécie ou espécies de nematóides envolvidas e da viabilidade econômica de outros métodos de controle, entre outros.

9.2.2. Alqueive - Alqueivar o solo é capiná-lo, por qualquer método, e mantê-lo livre de qualquer vegetação. Os nematóides morrerão quando as reservas de alimento contidas em seus corpos se esgotarem. Na camada superior do solo, muitos fitonematóides, em tais condições, têm a sua capacidade de sobrevivência consideravelmente reduzida. Em camadas mais baixas, a temperatura e umidade variam menos e com isso a sobrevivência é menos afetada. A quantidade de raízes infectadas da cultura anterior que permanece no solo também influencia a sobrevivência. Além desses aspectos, o alqueive também reduz a população de nematóides pela ação desseccante do sol e dos ventos. Portanto, depreende-se que este é um método promissor para regiões de baixa precipitação e temperatura do solo mais elevadas, como ocorre na região do Trópico Semi-Árido.

No projeto de irrigação de Bebedouro, este método reduziu a população inicial de larvas de Meloidogyne javanica em 32,5 e 89% aos 75 e 150 dias, respectivamente. Embora o estudo ainda não esteja concluído, vê-se que este é um método promissor para o controle de fitonematóides em nossa região.

Mencionamos como principais objeções ao método, o custo da manutenção do solo limpo e o fato de que esta prática favorece a erosão em regiões

9.2.3. Plantas antagonicas - São plantas de alta susceptibilidade a invasão por larvas de nematóides mas que não propiciam seu desenvolvimento até a fase adulta. Neste caso, estas plantas funcionam como cultura de cobertura ou podem ser incorporadas ao solo na forma de adubo verde. Crotalaria sp. e mucuna preta (Styrolobium aterrimum) são exemplos de plantas antagonicas que têm sido usadas com sucesso para reduzir a população de Meloidogyne spp. No mesmo estudo citado no item anterior, a média da população de larvas de M. javanica nas parcelas com mucuna foi 95,5% menor que a média da população inicial, 60 dias depois de implantados os tratamentos. Aos 150 dias, entretanto, este percentual de redução, em relação a população inicial, foi de apenas 14%. No tratamento testemunha (presença de hospedeiro) a média da população aos 90 dias foi 900% maior que a média da população inicial. Estes dados, embora ainda não conclusivos, sugerem que este método também poderá ser uma das alternativas tecnicamente viáveis para o controle desses patógenos nessa região.

9.2.4. Remoção de plantas atacadas - Após a última colheita, em culturas atacadas, a aração imediata e remoção de raízes atacadas, diminui consideravelmente o potencial de inóculo para a cultura subsequente.

Outras práticas culturais como inundação do solo, culturas de cobertura, época de plantio, matéria orgânica, culturas armadilhas, etc., figuram na literatura como práticas culturais passíveis de serem utilizadas em certos casos.

9.3. Métodos Físicos - O tratamento do solo com vapor é o meio mais eficiente para a esterilização de pequenas quantidades de solo. Em outros países o método é muito utilizado no tratamento de solo em casa-de-vegetação. A água quente também pode ser utilizada para tratamento de material vegetal infestado. Neste caso, o binômio tempo-temperatura deverá ser determinado experimentalmente para cada material. Para algumas culturas este binômio já é conhecido, conforme consta no Quadro 3.

A utilização do método requer extremo cuidado quanto à manutenção precisa da temperatura no tempo determinado para cada caso. Temperatura mais baixa que a indicada reduzirá consideravelmente a eficiência do método, enquanto que temperatura mais alta pode matar o material de plantio.

9.4. Controle Biológico - Muitos nematóides no solo estão continuamente sendo mortos por predadores e parasitas, tais como bactérias, fungos, insetos e outros nematóides. Várias tentativas para controlar fitonematóides utilizando-se estes organismos, tem sido feitas. Os resultados não são dos mais encorajadores, embora, em alguns casos, persistam perspectivas futuras de sucesso. É o caso da bactéria Bacillus penetrans como agente de controle biológico de Meloidogyne spp. Esta foi recentemente constatada em Petrolina, parasitando larvas de M. javanica. Esta constatação representa uma nova perspectiva para o controle biológico de M. javanica e M. incognita que estão entre os principais problemas fitossanitários de algumas culturas na região, especialmente quando desenvolvidas sob irrigação localizada.

9.5. Variedades Resistentes - O uso extensivo de variedades resistentes a Meloidogyne spp. tem mostrado que, a resistência a estes nematóides, uma vez obtida, tem longevidade indefinida. A possibilidade de surgimento de biótipos capazes de anular a resistência e espalhar-se rapidamente tem permanecido, aparentemente, remota.

O Programa de Melhoramento genético do tomate industrial, desenvolvido pelo IPA, já produziu três variedades comerciais resistentes a M. javanica e M. incognita, o que lhe confere posição de destaque dentre os demais programas de pesquisa desenvolvidos no Nordeste, haja visto os rápidos e altos retornos esperados, em favor da economia regional. Diversas linhagens melhoradas estão sendo testadas, nas diferentes regiões produtoras, cujos resultados preliminares indicam a possibilidade de lançamentos de novos cultivares nos próximos anos. Além dos benefícios diretos que estes materiais trarão para a agricultura regional, eles se constituem em valiosas medidas auxiliares de controle de M. javanica e M. incognita associadas a outras culturas, quando incluídas racionalmente em esquemas de rotação.

9.6. Controle Químico - Os nematicidas são úteis, principalmente para o controle de populações de fitonematóides, no solo, antes do plantio de culturas anuais. Alguns são também usados para o controle de fitonematóides em materiais vegetais infestados. Outros são ainda usados para o controle desses organismos em culturas perenes já estabelecidas.

A economicidade no uso de nematicidas, está na dependência de um aumento no valor da produção de pelo menos três ou quatro vezes o investimento, em resposta à sua aplicação. Entretanto, os altos custos destes produtos e a inexistência de registros deles para a maioria de nossas culturas, fazem com que a utilização de nematicidas se torne uma prática quase que proibitiva, em nossa região. Menciona-se ainda, o fato de que

estes produtos são altamente tóxicos para o homem e animais. Assim, a inexistência de máquinas apropriadas para a aplicação desses produtos no solo, força sua aplicação manual, aumentando, portanto, a possibilidade de acidentes graves por intoxicações. *(por exemplo)*

9.7. Controle Integrado - Em muitos casos, o controle prático de uma doença causada por nematóide envolve a integração de várias medidas de controle. Noutras situações, a doença pode ser prevenida simplesmente pela utilização de sementes ou materiais vegetativos de propagação, livres do patógeno. Este é o caso da ponta branca do arroz causada pelo nematóide Aphelenchoides besseyi. A doença do alho, causada pelo nematóide Ditylenchus dipsaci também pode ser prevenida pelo plantio de bulbilhos livres do patógeno, em solos não infestados.

Por outro lado, trabalhando-se em sistemas de cultivo (que naturalmente envolve uma sequência de culturas) a integração de diferentes medidas de controle, para uma determinada espécie que ocorre na área, é uma medida inevitável. No CPATSA/EMBRAPA, as pesquisas no campo da Nematologia têm sido dirigidas para este objetivo, acreditando-se que a integração de práticas culturais, manejo de solo e variedades resistentes, pode propiciar o controle de fitonematóides adequado à região Semi-Árida do Brasil.

10. LITERATURA CONSULTADA

ANÔNIMO. Estimated crops losses due to plant-parasitic nematodes in the United States. Special publications Nº 1, 7 pp., 1971.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Recife, PE. Relatório Anual 1978. Recife, 16 pp., 1978.

LAMBERTI, F.; TAYLOR, C. E. & SEINHORST, J. W. Nematode vectors of Plant viruses. Plenum Press. London, 460 pp., 1974.

LORDELLO, L. G. E. Nematóides das plantas cultivadas. Nobel, 2 ed. São Paulo, 197 pp., 1973.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, EUA. Control of plant - parasitic nematodes. Washington, D. C., 1968. 172 p. (Principles of Plant and Animal Pest Control, 4).

- NUSBAUM, C. J. & FERRIS, H. The role of cropping systems in nematode population management. Ann. Rev. Phytopathol. 11: 423-40. 1973.
- OOSTENBRINK, M. Evaluation and integration of nematode control methods. In: WEBSTER, J. M. Economic nematology. London, Academic Press, 1972. cap. 20 p. 497-514.
- PEACHEY, J. E. ed. Nematodes of tropical crops. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1969. 355 p. ilustr. (CAB. Technical Communication, 40).
- RADEWALD, J. D. Nematode diseases of food and fiber crops of the Southwestern United States. University of California, Riverside, 64 pp. 1978.
- SASSER, J. N. Introduction en los problemas del ataque de nematodos en las plantas cultivadas universalmente y una sinopsis sobre los actuales métodos de controle. Pylanzenschutz Nachrichten Bayer 24 (1): 3-51. 1971.
- SMART Jr., G. C. & PERRY, V. G. Tropical nematology. University of Florida Press, Gainesville, 153 pp. 1968.
- TENENTE, RENATA C. V. Influência da mucuna preta (Stizolobium aterrimum Piper & Tracy) no ciclo vital de Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. ESALQ, Piracicaba, 46 pp. 1980. (Tese de M.S.).
- TAYLOR, A. L. & SASSER, J. N. Experimental and agronomic use of nematocides. I. M. O., Raleigh, 20 pp., 1978a.
- _____ & _____. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). I. M. P., Raleigh, 111 pp., 1978b.
- THORNE, G. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 553 pp., 1961.
- WALLACE, H. R. Nematode ecology and plant disease. Edward Arnold, London, 228 pp., 1973.

WEBSTER, J. M. Economic nematology. Academic Press Inc., New York, 563 pp., 1972.

ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F. & RHODE, R. A., ed. Plant parasitic nematodes. New York, Academic Press 1971. 2 v. ilustr.