

Contribuição ao conhecimento dos nematóides que
causam galhas em raízes de plantas em São Paulo e
Estados vizinhos⁽⁺⁾

LUIZ GONZAGA E. LORDELLO

Cadeira n.º 9: Zoologia, Anatomia e Fisiologia Comparadas
dos Animais Domésticos

(+) Trabalho laureado com o Prêmio Defesa Sanitária Vegetal, instituído em 1961 pela Sociedade Paulista de Agronomia.

ABSTRACT

Eight root-knot nematode forms are known to occur in Brazil, namely *Meloidogyne exigua*, *M. incognita*, *M. j. javanica*, *M. j. bauruensis*, *M. inornata*, *M. hapla*, *M. arenaria arenaria* and *M. coffeicola*.

After presenting a historical resume of the root-knot disease, as well as observations on symptoms, distribution and spread, and life history of the nematodes, a study of the morphological characters used in identification of species is made, a key for separating the forms referred to above being also prepared.

As no information on host plants of the coffee root-knot nematode (*M. exigua*) was available, a few tests were performed, as an attempt to infect several plant species. Pepper (*Capsicum annuum*) was the only plant attacked by *M. exigua*, having failed all attempts to infect nine other plants, including tomato var. Rutgers.

M. exigua incited formation of galls on roots of cucumber, but no adult female was found in the tissue.

In a final chapter dealing with control, a review of all methods available is presented.

INTRODUÇÃO

Os nematóides que causam galhas em raízes de plantas, representados pelas espécies do gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1887, da família *Heteroderidae*, são agentes de uma das doenças mais destrutivas. Conhecidos dos agricultores e cientistas desde mais de 100 anos, uma vez que BERKELEY os descobriu em raízes de plantas de pepino em 1855, foram já em 1878 constatados no Brasil, pois nessa data JOBERT chamou a atenção para a sua presença em cafezais da então Província do Rio de Janeiro. Trata-se, como se vê, de agentes de uma das doenças cujo conhecimento é relativamente antigo.

Dissemos, linhas atrás, que os nematóides referidos constituem os agentes de uma das mais destrutivas doenças conhecidas. Contudo, a extensão dos danos decorrentes de sua presença em uma cultura é muito variável, estando na dependência de um certo número de fatores. O simples fato do

sistema radicular de uma planta se mostrar tomado de galhas, não significa que o seu crescimento será seriamente retardado ou que a cultura irá resultar no mais completo fracasso. Em condições favoráveis, sem falta de umidade nem de boas adubações, algumas plantas podem suportar pesado ataque sem ter o seu desenvolvimento seriamente afetado. Entretanto, plantas não parasitadas estão em muito melhores condições para atravessar períodos adversos, principalmente resultantes de secas e frio.

Aparentemente, as plantas medianamente resistentes, ou seja, não suficientemente resistentes para impedir que os nematóides que a invadem atinjam a maturidade, são as mais prejudicadas.

Das espécies que ocorrem em nosso País, duas danificam cafeeiros, uma delas em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (*M. exigua*) e a outra apenas no Paraná (*M. coffeicola*). As referências publicadas sobre ambas, máxime sobre a segunda, indicam que o problema apresenta grande importância econômica (LORDELLO & ZAMITH, 1960; HEINRICH, 1961).

Das demais formas, duas (*M. javanica* e *M. incognita*) figuram entre os mais nocivos inimigos da nossa agricultura, não sendo suplantados em importância por nenhum outro agente de doença ou praga. Infelizmente, não podemos por enquanto divulgar dados numéricos indicando o montante dos danos anuais causados pela presença nas culturas de apenas essas espécies. Quando as investigações receberem o apóio que reclamam, tais cifras aparecerão, para estarrecimento de todos que se preocupam com a agricultura.

Muitos fatos poderiam ser aqui alistados justificando a nossa afirmação de que *M. javanica* e *M. incognita* figuram entre os mais sérios inimigos das nossas lavouras. Contudo, mencionaremos apenas quatro: a) atacam numerosas culturas de importância econômica, podendo ocorrer ataques mesmo em terrenos recém-desbravados, já na primeira plantação; b) apresentam larga distribuição; c) o controle pode ser considerado difícil, principalmente pelo fato dos nematocidas mais eficientes constituírem produtos de importação e atingirem preços altos; e, d) freqüentemente se associam a certos fungos, agravando consideravelmente as doenças causadas por eles (ex.: associação *Fusarium-Meloidogyne* na lavoura algodoeira).

Considerando tudo o que acabamos de expor, bem ainda a existência no País de outras danosas espécies, decidimos preparar êste pequeno trabalho, reunindo observações decorrentes do manuseio de material infestado, realizado na E.S.A. "Luiz de Queiroz", a partir de 1951, e incluindo também informações ainda pouco divulgadas, obtidas da literatura. O artigo encerra, pois, partes originais e outras cujo conhecimento julgamos ser de maior utilidade, principalmente para os fitossanitaristas e outros interessados em Defesa Sanitária Vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

A preservação de raízes e outros órgãos foi feita pela formalina a 5 — 7%. Estando o material em bom estado no momento de ser introduzido no formol, aparentemente permanece por muitos anos em condições de uso. Todo cuidado contudo, foi tomado para evitar que as raízes sofressem dessecação antes da preservação.

Amostras de solo, colhidas na *rizosfera* (1), devem também ser protegidas contra a perda de umidade, pelo seu acondicionamento em sacos plásticos ou latas.

A extensão dos danos, o histórico das plantações anteriores, os sintomas no campo, bem como tudo o mais que pudesse ser útil na avaliação e controle do mal, foram devidamente anotados.

Em laboratório, o material infestado foi dissecado ao microscópio entomológico, para a localização de fêmeas maduras e outros estádios que também ocorrem no interior dos tecidos.

As amostras de solo foram tratadas segundo o método do funil de BAERMANN, para a obtenção de larvas migrantes e machos, permitindo também ter uma idéia sobre a

(1) **Rizosfera** refere-se à zona do solo que se acha sob a imediata influência do sistema radicular. A maior densidade da população local de nematóides resulta da atração direta das raízes ou do solo modificado pelas mesmas. Os **amphids** dos nematóides são possivelmente os órgãos nervosos envolvidos na atração que realmente existe para com o sistema radicular das plantas hospedeiras.

fauna de outros nematóides, de vida livre ou parasitos, presentes na gleba.

Fêmeas íntegras para estudo da configuração da região perineal foram retiradas dos tecidos e colocadas em lâmina contendo uma gôta de lactofenol. Com o auxílio de um bisturi do tipo daqueles usados por cirurgiões em operações nos olhos, foram cortadas ao nível de seu terço posterior. Esta parte final do corpo foi, então, colocada em posição de exame, ou seja, com a face convexa voltada para cima. Em seguida, colocou-se a laminula.

Outro processo de obtenção, não só de fêmeas (se bem que no geral mutiladas mas em condições de serem selecionadas para exame da região perineal), como de larvas em vários estádios e de machos, consistiu em submeter pequena porção do material, em água, à dilaceração pelas facas giratórias de um liquidificador, por cerca de meio minuto. O líquido foi passado através de uma peneira (por exemplo peneira 20 da U.S. Standard Series), para a separação dos detritos vegetais maiores, sendo os nematóides procurados ao microscópio entomológico, para a montagem de lâminas.

Aos interessados em outras técnicas e talvez detalhes referentes aos métodos expostos, indicamos os trabalhos de B. GOODEY (1957), RASKI (1953) e várias publicações do autor (por ex. LORDELLO, 1953).

Para a demonstração de nematóides no interior da raiz, foi usado o método descrito por TAYLOR, McBETH & SMITH (1941) e, posteriormente, por MELLO (1958).

Os desenhos, como é de praxe, foram feitos com auxílio de câmara clara e a montagem permanente de exemplares feita segundo o método de BAKER (1953) e outros.

SÚMULA HISTÓRICA

BERKELEY (1855), trabalhando na Inglaterra, descobriu que as deformações existentes em raízes de pepino eram causadas por um nematóide (CHRISTIE, 1959). Desde essa época até 1949, os agentes das galhas foram considerados tal como BERKELEY os concebeu, isto é, como pertencentes a uma única espécie, cujo nome foi mudado várias vezes, conforme veremos a seguir.

Em 1871, SCHMIDT erigiu o gênero *Heterodera*, para conter o nematóide da beterraba açucareira, (*H. schachtii*). No ano seguinte, GREEF (1872) denominou *Anguillula radiccicola* um nematóide encontrado causando galhas em raízes de gramíneas. Sabemos, contudo, que se tratava de uma espécie do gênero *Ditylenchus*.

Em 1879, CORNU chamou de *Anguillula marioni* o nematóide por êle encontrado causando galhas em diversas plantas.

MUELLER, em 1884, tendo encontrado um nematóide em galhas presentes no sistema radicular de *Dodartia orientalis* L., pensou estar diante do mesmo parasito de GREEF, tendo-o porém transferido para o gênero *Heterodera*. Surgiu, assim, a combinação *Heterodera radiccicola*, que permaneceu até 1932 para designar os nematóides aqui tratados.

Em 1878, JOBERT já havia chamado a atenção para a ocorrência de nematóides atacando cafeeiro no Brasil. GOELDI foi então convidado para estudar o mal que afligia a cafeicultura tendo, em 1887, publicado o seu Relatório, no qual descreveu *Meloidogyne exigua* n.gen. n. sp. O nome erigido por GOELDI foi colocado na sinonímia de *H. radiccicola*.

Em 1932, o conhecido nematólogo inglês T. GOODEY apontou o êrro cometido por MUELLER e mostrou, com base nas Regras Internacionais de Nomenclatura Zoológica, que deveria prevalecer o nome criado por CORNU, porém ligado ao gênero *Heterodera*. Dessa forma passaram os nematóides das galhas a serem referidos como *H. marioni*.

A situação perdurou até 1949, data da revisão realizada por CHITWOOD. Êste autor demonstrou que diversos animais diferentes estavam sendo referidos sob o mesmo nome, tendo descrito na ocasião 5 espécies e uma subespécie, as quais, porém, saíram do gênero *Heterodera*, para serem colocadas em *Meloidogyne*. O gênero *Heterodera* permaneceu para conter os nematóides formadores de cistos, tais como *H. rostochiensis*, *H. schachtii*, *H. tabacum* e muitos outros.

O gênero *Meloidogyne* foi, pois, revalidado em 1949, passando a encerrar as formas seguintes:

M. exigua Goeldi, 1887

M. javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949

M. incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949

M. arenaria (Neal, 1889) Chitwood, 1949

M. hapla Chitwood, 1949

M. incognita acrita Chitwood, 1949

Autores seguintes (CHITWOOD, 1952; LOOS, 1953; LORDELLO, 1956, 1956a; COETZEE, 1956; WHITEHEAD, 1959; LORDELLO & ZAMITH, 1960; GRISSE, 1960; FRANKLIN, 1961) adicionaram novas espécies ao gênero, o qual conta presentemente com 14 formas diferentes. Seriam 15, se não tivesse sido recentemente demonstrada a inconveniência da manutenção de *M. incognita acrita* (TRIANTAPHYLLOU & SASSER, 1960).

Até o momento, interessam ao nosso País as formas seguintes, as quais são estudadas em capítulo à parte:

- 1) *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887
- 2) *Meloidogyne javanica javanica* (Treub, 1885)
Chitwood, 1949
- 3) *Meloidogyne javanica bauruensis* Lordello, 1956
- 4) *Meloidogyne arenaria arenaria* (Neal, 1889)
Chitwood, 1949
- 5) *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949
- 6) *Meloidogyne inornata* Lordello, 1956
- 7) *Meloidogyne coffeicola* Lordello & Zamith, 1960
- 8) *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919)
Chitwood, 1949.

SÚMULA BIOLÓGICA

Infelizmente, os estudos biológicos mais importantes tratando dos nematóides causadores de galhas em raízes foram realizados antes de 1949, ou seja, em datas anteriores à revisão do gênero. Dessa forma, permanecem desconhecidas as espécies investigadas, havendo também a fácil possibilidade dos autores terem manuseado populações compostas de duas ou mais formas (NAGAKURA, 1930; TYLER, 1933, 1933a; CHRISTIE & COBB, 1941).

A revisão publicada por CHITWOOD (1949) marcou, pois, uma nova época no estudo destes destrutivos organismos, a

qual, no setor biológico, teve início com os trabalhos de TARJAN (1952) e BIRD (1959).

Pondo de lado os tempos requeridos nos vários estádios evolutivos das diferentes espécies (poucas informações, aliás, existem sobre esse assunto), bem como detalhes da respectiva morfologia e fisiologia, podemos descrever o ciclo de *Meloidogyne* sp. tal como nas linhas seguintes.

No interior de uma raiz deformada, pode-se, com facilidade, localizar as fêmeas maduras. Estas são brancacentas, brilhantes, com a forma aproximada de uma pera provida de pescoço mais ou menos longo de acôrdo com a espécie envolvida.

Antes da deposição dos ovos, é libertada, através da vulva, uma substância clara, gelatinosa, a qual no exterior altera a sua cor, escurecendo gradativamente, podendo tornar-se parda, quase negra.

Há certa dúvida quanto à origem desse material, em cujo interior são a seguir depositados os ovos (1). Para CHITWOOD & CHITWOOD (1950), tal material é formado do mesmo grupo de compostos proteicos que em alguns nematóides (por ex.: *Ascaris*) aparece como um delicado envoltório dos ovos. Neste caso, tratar-se-ia de uma secreção do útero, com o que concordam NAGAKURA (1930) e BIRD (1958).

O número de ovos produzidos por uma fêmea varia muito, a produção média estando calculada entre 400 e 500. Segundo TYLER (1938), já foram contados 2.882 ovos, produzidos por um único exemplar (2).

- (1) Um conjunto de ovos envoltos pelo material gelatinoso recebe a denominação de **ooteca**, o mesmo termo utilizado em Entomologia, para designar posturas de certos insetos, por exemplo das ordens **Mantodea**, **Blattariae**, etc. O material gelatinoso, recobrindo os ovos, protege-os principalmente contra o dessecamento, garantindo a manutenção da espécie no solo, na ausência de plantas hospedeiras. Dessa forma, pode o nematóide atravessar os períodos de entre safras, mesmo estando a gleba livre de plantas hospedeiras favoráveis, sendo, pois, o estado de ôvo o mais resistente do ciclo.
- (2) Um fato biológico sem dúvida interessante é a notável prolificidade dos animais parasitos, cujo ciclo se realiza em detrimento do hospedeiro. Isso por certo permitiu ao parasito sobreviver ao ingressar nessa nova modalidade de vida, num dado momento do processo evolutivo por que passou a espécie.

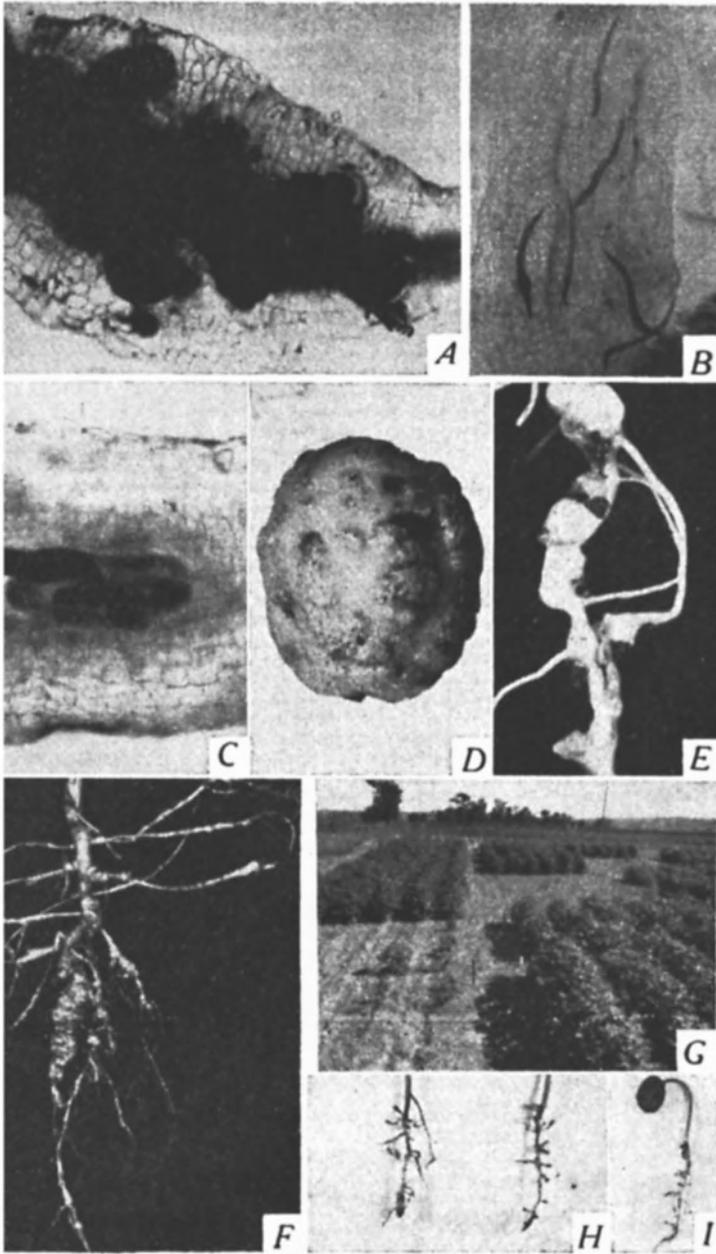


FIG. 1 — A: raiz de melão mostrando, em seu interior, fêmeas maduras e ovos de uma espécie do gên. **Meloidogyne**; B: raiz de melão exibindo larvas recentemente penetradas; C: raiz de melão deixando ver uma larva parasita e células gigantes; D: tubérculo de batata com «pipocas»; E: raiz de melão com gallias e manchas negras salientes («ootecas» depositadas no exterior); F: raiz de soja parasitada por **M. inornata**; G: experimento de controle de nematóides em algodão. Áreas totalmente dizimadas contrastando com áreas tratadas por nematocidas; H: raízes de caféiros no estado de «orelha de onça», atacadas por **M. exigua**; I: ídem, na idade «palito de fósforo», atacada pelo mesmo nemat. (A e C, apud STEINER, 1949; G, cedida pelo Dr. LUIZ FELIPE FONTES).

A variação no número de ovos depende da planta em que se realiza o ciclo, da temperatura, etc.

A deposição dos ovos no geral se dá no interior dos tecidos. Entretanto, são freqüentes os casos em que as fêmeas, durante o seu desenvolvimento, conseguem romper o córtex radicular e emergir à superfície da raiz, depositando os ovos no exterior. As raízes em que ocorre este tipo de parasitismo se mostram, após lavagem, tomadas de pintas escuras, salientes, cada uma correspondendo a uma ooteca, que foi depositada externamente (LORDELLO, 1956b).

M. coffeicola normalmente deposita ovos no exterior, através das rachaduras presentes nas raízes parasitadas (LORDELLO & alt., 1961). Os especialistas são unânimes em afirmar que tal parasitismo é muito mais nocivo do que quando se formam galhas lisas, desprovidas de aberturas. É que as fendas constituem portas abertas à livre invasão dos tecidos por outros organismos, tais como bactérias, fungos, e mesmo outros nematóides, resultando em decadência mais ou menos rápida da raiz.

Dos ovos nascem as "larvas migrantes" ou "pré-parasitas" (1) as quais, quer através dos rompimentos corticais, quer depois da decadência do órgão parasitado, ganham o solo, podendo, porém, permanecer na mesma planta (*auto-infestação*). Sendo extremamente delicadas, sucumbem facilmente quando as condições se tornam adversas, em decorrência, por exemplo, de falta de umidade, calor ou frio excessivo, ou pela exposição à luz do sol (STEINER, 1949).

Vagando pelo solo, a larva migrante logo se vê atraída para o sistema radicular de uma planta, graças às substâncias que esta liberta pelas raízes (2). Pondo-se em contacto principalmente com a ponta da raiz, a larva penetra, atingindo o cilindro central e tornando-se sedentária.

Antes de penetrar, pode a larva alimentar-se das células

- (1) As larvas migrantes no geral já se encontram no segundo estágio da vida larvária, pois passaram por uma ecdise enquanto se achavam ainda no interior do ovo.
- (2) As plantas libertam, pelas raízes, substâncias referidas pelos autores ingleses e americanos como "root diffusates". Estas afetam de várias maneiras o comportamento dos nematóides parasitos, constituindo um assunto já amplamente investigado com relação ao conhecido nematóide dourado da batatinha (*Heterodera rosetchiensis* Woll.), ao nematóide da beterraba (*H. schachtii* Schmidt), etc.

da epiderme da raiz. O primeiro trabalho da larva, depois de se instalar nos tecidos, é injetar nas células das imediações da cabeça o produto de suas glândulas esofageanas. Esta secreção provoca a hipertrofia das células, do que resultará evidentemente um aumento do diâmetro da raiz, ou seja, a galha. Estas *células hipertrofiadas* ou *gigantes* costumam ser também referidas como *células de néctar*, pois delas obtém os nematóides o seu alimento. Trata-se realmente de células com propriedades secretoras, a secreção constituindo o sustento do nematóide. Aliás, pelo estudo de cortes de raízes atacadas, pode-se imediatamente verificar o caráter secretor das referidas células (LORDELLO & alt., 1961).

Depois de se instalar na raiz, sendo-lhe favorável a planta parasitada, a larva passa a alterar a sua morfologia, adquirindo a forma comumente referida como de "salsicha" (*larva parasita*): O desenvolvimento prosseguindo, a larva acaba exibindo a forma de pera das fêmeas, desenvolvendo-se, então, os órgãos sexuais.

Sendo a planta hospedeira e o clima favoráveis, as fêmeas começam a por ovos 20 a 30 dias depois de terem penetrado na raiz sob a forma de larvas.

A evolução dos machos é curiosa: a larva parasita, em vez de prosseguir se engrossando, para finalmente atingir a forma da fêmea, paraliza o desenvolvimento. Em seu interior se processam intensos fenômenos de reorganização, resultando finalmente um macho completo. Êste liberta-se rompendo a cutícula da larva parasita, em cujo interior se formou.

Sobre êste assunto, BIRD (1959) ofereceu valiosas informações novas, resultantes do estudo *in vitro* de larvas parasitas de *M. javanica*.

Embora haja evidência da ocorrência de cópula, até o presente nenhum autor a observou. A cópula, contudo, não é necessária, pois TYLER (1933) demonstrou que a reprodução sem o concurso dos machos é normal neste gênero de nematóides parasitos de plantas.

A mesma autora (TYLER, 1933a) verificou que o ciclo é mais rápido quando a temperatura se mantém entre 27 e 30° C, exigindo apenas 17 dias. A 24,5° C, o ciclo se dá em 21 a 30 dias; à 20° C, em 31 dias, etc. Abaixo de 15,5° C

ou acima de 33,5° C, não se completa o ciclo, pois as fêmeas não atingem a maturidade. A temperatura apresenta, pois, significativa influência.

Sabe-se também que para cada espécie de *Meloidogyne* existem plantas que lhe são hospedeiras muito favoráveis e outras que pelo contrário, funcionam como hospedeiras muito desfavoráveis, havendo os casos intermediários. Repetindo palavras de CHRISTIE (1959), "If the behavior of the nematode in these various plants is compared, one finds that, in passing from the highly suitable to the less suitable plants, there is an increase in the time required for the females to reach maturity. Correlated with this is a decrease in the number of eggs laid. In moderately unsuitable plants only a few females reach maturity and these lay very few eggs. In highly unsuitable plants no females reach maturity and, of course, no eggs are laid. There is no correlation between the rate of development and egg laying on the one hand and severity of galling on the other. It is a common experience to find surprisingly few egg masses where the galls are very large and conspicuous and numerous egg masses where the galls are small and inconspicuous".

SINTOMATOLOGIA DA MELOIDOGINOSE (1)

As plantas infestadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* podem ser referidas como atacadas de *meloidoginose*, segundo terminologia introduzida por GILLARD & VAN DEN BRANDE (1955).

A pronta visibilidade das "galhas" geralmente presentes nas raízes das plantas afetadas pelo mal, faz com que êstes nematóides sejam os mais conhecidos dos agricultores. Outros grupos de nematóides parasitos (*Pratylenchus*, *Trichodorus*), pelo fato das infestações não conduzirem ao aparecimento de galhas, com muito maior frequência passam despercebidos, sendo os seus efeitos na cultura erroneamente atribuídos às mais variadas causas, principalmente à deficiências minerais do solo, pH desfavorável, etc.

(1) Ao iniciar êste capítulo, chamamos a atenção dos que nos lêem para o fato de os sintomas poderem facilmente falhar, estando o diagnóstico seguro da doença na dependência da localização e identificação da espécie ou espécies presentes no material.

Contudo, as galhas não constituem o único sintoma (1). Em raízes de morangueiros atacadas por *M. hapla*, por exemplo, nota-se intensa produção de laterais nas imediações da área invadida, resultando um sistema radicular denso, patológico.

Em plantas invadidas pelas outras espécies (ex.: tomateiro parasitado por *M. incognita*), observa-se grande redução no sistema radicular.

Tratando-se de plantas leguminosas, há a possibilidade dos nódulos causados pelas bactérias fixadoras do nitrogênio serem confundidos com galhas. Entretanto, os nódulos podem ser reconhecidos pela sua consistência esponjosa e localização lateral, podendo ser destacados com facilidade. Observa-se, contudo, que a nodulação em raízes pesadamente atacadas por *Meloidogyne* é sempre reduzida, com frequência ausente.

Ainda outros sintomas das partes subterrâneas das plantas afetadas são os seguintes: a) descolamento do córtex radicular; b) paralização do crescimento da ponta da raiz; c) rachaduras (ex.: as encontradas em batata doce, produzidas por *M. incognita*); d) raízes digitadas (em cenoura, beterraba, etc.); etc.

No campo, podem ser notados os seguintes sintomas: a) murchamento de plantas durante o período mais quente do dia; b) tamanho desigual; c) amarelecimento e queda de folhas; d) declínio vagaroso; e) queda na produção; etc.

DISSEMINAÇÃO

Os nematóides são organismos que, pelos seus próprios recursos, muito pouco se disseminam. No caso do gênero *Meloidogyne*, essa disseminação se faz pelas larvas pré-parasitas ou migrantes, as quais caminham pelo solo, em busca de plantas hospedeiras. TAYLOR & McBETH (1941) verificaram que tais larvas podem progredir no solo, em linha

(1) São conhecidos casos de ataques por *Meloidogyne* sem o aparecimento daquelas deformações. Já estudamos, por exemplo, raízes de cafeeiro atacadas por *M. exigua* que não mostravam galhas. Por outro lado, deformações no sistema radicular podem ocorrer por conta de outros nematóides (*Ditylenchus*, *Nacobbus*) e outros agentes (fungos, vírus).

reta, apenas cêrca de 1 cm por dia, ou 30 por mês, confirmando a precária expansão do nematóide, quando não há a intervenção de um agente qualquer.

Das espécies que aqui ocorrem, diversas existem também em numerosos outros países, podendo ser referidas como cosmopolitas. *M. javanica*, por exemplo, que é tão comum entre nós, tem sido constatada em nações de todos os continentes, tendo portanto sido transportada.

Embora se trate de organismos de climas quentes, sendo mais nocivos nas regiões onde o verão é longo e o inverno mais ou menos curto, há notícias de sua ocorrência em regiões de clima bem diverso. Para as culturas de estufa, constituem um problema em tôdas as partes do mundo, onde é utilizado êsse tipo de exploração agrícola.

A disseminação de *Meloidogyne* dá-se através de agentes, dos quais o mais importante é o próprio agricultor. Realmente, certos agricultores, quer por desconhecerem o problema, quer por outros motivos, tornam-se, com freqüência, grandes disseminadores.

Um *Meloidogyne* pode fácilmente ser disseminado através de: a) órgãos atacados, tais como bulbos, tubérculos, rizomas, etc.; b) mudas enraizadas, produzidas em viveiros infestados; c) solo aderente à ferramentas e máquinas agrícolas, pés de animais, etc., especialmente quando o tempo se mantém úmido e a temperatura mais ou menos baixa, impedindo o solo de secar rápidamente; d) água de irrigação, quando o sistema usado permite à água passar de uma gleba para outra; etc.

Freqüentemente, surge a pergunta sôbre a possibilidade de excrementos de animais que se alimentam de material infestado encerrarem ovos ainda capazes de dar nascimento a larvas, havendo a possibilidade do estêrco infestar os solos onde fôr aplicado. Na verdade, não existe nenhuma evidência de que os ovos possam atravessar o tubo digestivo e aparecer nas fezes em condições de produzir larvas.

Outra questão refere-se aos solos recentemente desbravados, que são plantados pela primeira vez. Tais solos são geralmente considerados livres, mas não existe nenhum fundamento para isso. LORDELLO & SANTOS (1960), por exemplo, relataram severa incidência de *M. incognita* e *M. javanica* em culturas de feijão instaladas em solos, dos quais

a mata havia sido há pouco eliminada, tendo sido registrada incidência dos dois nematóides já na primeira plantação.

M. coffeicola, pelo que tudo indica, constitui uma espécie nativa que se transferiu de plantas da vegetação primitiva para os cafeeiros que a substituíram, no Norte do Estado do Paraná (LORDELLO & ZAMITH, 1960).

Quanto ao tipo de solo, há evidência de que os terrenos arenosos, soltos, são os mais favoráveis ao nematóide. Contudo, infestações podem ocorrer em culturas conduzidas em outros solos, sendo desfavoráveis apenas os terrenos muito úmidos e por demais compactos.

RECONHECIMENTO DAS ESPÉCIES

Para a identificação específica no gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1887, assume grande importância o estudo da configuração da região perineal, ou seja, da região posterior do corpo onde se encontram a vulva e o ânus. Tal configuração resulta das estrias transversais da cutícula da cauda da larva, as quais, na fêmea madura, distribuindo-se ao redor das duas aberturas referidas, dão origem a uma figura que faz lembrar uma impressão digital. Costuma-se mesmo dizer que, da mesma forma que a impressão digital caracteriza indivíduos dentro da espécie humana, a configuração perineal caracteriza espécies do gênero de nematóides em estudo.

Do exame de inúmeras populações procedentes de vários pontos do Estado e do País, concluímos que as formas de *Meloidogyne* que aqui ocorrem podem ser identificadas pela configuração perineal, a não ser em dois casos, nos quais se torna necessário proceder a um estudo dos machos, ovos, etc.

O modelo perineal varia grandemente (ALLEN, 1952), de maneira que, ao proceder ao reconhecimento de uma espécie, é preciso examinar um número elevado de exemplares. Isso é mais importante do que se demorar no estudo crítico de um ou dois indivíduos (CHRISTIE, 1959).

Na descrição do modelo perineal das várias espécies, adotamos a nomenclatura introduzida por TAYLOR, DROPKIN & MARTIN (1955). Assim, supondo que um observador

possua diante de si a região perineal de uma espécie, com a vulva em posição horizontal, vê-se logo acima o ânus e, acima deste, a *região da ponta da cauda*. As *linhas laterais* dividem a configuração em dois setores: *dorsal* e *ventral*.

As linhas laterais, na revisão de CHITWOOD (1949), são referidas como *incisuras*, sendo muito evidentes em *M. javanica*. Em outras espécies tais linhas são demarcadas apenas por irregularidades ou dobras das estrias transversais, ou ainda pelo fato das estrias se encontrarem segundo um ângulo ao longo das linhas laterais. As estrias do setor dorsal formam o *arco*. Este pode ser alto (*M. incognita* e *M. inornata*) ou baixo (*M. hapla*, *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. arenaria* e *M. javanica*).

Na *área central*, onde se situam a vulva e o ânus, podem ser divisadas riscas desordenadas.

Em certos casos, as estrias se estendem para um lado ou ambos, formando *asas*

Damos a seguir, entre outras informações, os caracteres necessários para a determinação das espécies encontradas no Brasil. Outros dados podem ser obtidos da correspondente literatura, adiante alistada.

1) *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887

Em nenhuma outra espécie as fêmeas maduras atingem tão diminutas dimensões, pois os maiores exemplares alcançam pouco mais de 490 micros de comprimento, justificando plenamente a designação específica dada por GOELDI (1887).

Configuração perineal — Arco baixo, levemente achatado. Linhas laterais mal definidas, demarcadas por estrias que se dobram ou se interrompem.

Machos — Anel post-labial desprovido de estriação; *phasmids* muito pequenos; dois testículos.

Localidade típica: Rio de Janeiro, Brasil.

Planta hospedeira típica: *Coffea arabica* L.

Distribuição — Constatada em São Paulo, Minas e Rio de Janeiro, atacando diversas variedades de café.

- 2) *Meloidogyne javanica javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949

Sinônimo — *Heterodera javanica* — Treub, 1885.

As fêmeas maduras de *M. javanica* apresentam pescoço no geral bem desenvolvido, apenas suplantado pelas fêmeas de *M. coffeicola*.

Configuração perineal — Linhas laterais dadas por duas incisuras cortando as estrias, de forma que poucas estrias (mesmo nenhuma) se estendem do setor dorsal para o ventral sem se interromper. Arco no geral baixo.

Machos — Cabeça com 3 anéis post-labiais. Dois testículos. Exemplares intersexuados freqüentes (LORDELLO, 1956a).

Localidade típica: Buitenzorg, Java.

Planta hospedeira típica: *Saccharum officinarum* L.

Distribuição — Subespécie comum em São Paulo, atacando numerosas culturas de importância econômica. Há também notícias de sua ocorrência no Rio Grande do Sul e Paraná, faltando, contudo, informações acerca de outros Estados (LORDELLO & SANTOS, 1960).

- 3) *Meloidogyne javanica bauruensis* Lordello, 1956.

Difere da subespécie típica por apresentar: a) ovos mais largos (37-52: 31-40 micros); b) cabeça dos machos com um único anel post-labial; c) linhas laterais da configuração perineal menos evidentes; e, d) arco dorsal mais alto, com estrias mais onduladas ou formando zigue-zagues.

Localidade típica: Bauru, Brasil.

Planta hospedeira típica: *Glycine max* (L.) Merrill, variedade Abura.

Distribuição — Conhecida apenas de Bauru.

- 4) *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949

Sinônimo — *Oxyuris incognito* Kofoid & White, 1919.

Configuração perineal — Grosseiramente oval, com arco alto e mal formado, composto de estrias onduladas ou mesmo formando zigue-zagues. Ao longo das linhas late-

rais, observa-se a formação de bifurcações nos pontos de união das estrias dorsais e ventrais.

Machos — Cabeça com três anéis post-labiais; um ou dois testículos.

Localidade típica: Texas, Estados Unidos.

Planta hospedeira típica: provavelmente *Daucus carota* L., mas foi descrita como um parasito do homem, com base em ovos encontrados em fezes.

Distribuição — Espécie tão comum em S. Paulo quanto *M. javanica*, prejudicando um número elevado de culturas, perenes ou anuais. Ocorre também em Minas Gerais, não havendo notícias referentes aos demais Estados.

5) *Meloidogyne inornata* Lordello, 1956.

Configuração perineal — Confunde-se com o modelo da espécie anterior, constituindo um exemplo de uma espécie que não pode ser identificada somente através do exame de fêmeas maduras.

Difere de *M. incognita* por apresentar: a) ovos no geral mais largos (37-60: 30-38 micros); e, b) cabeça dos machos exibindo um único anel post-labial.

Localidade típica: Campinas, Brasil.

Planta hospedeira típica: *Glycine max* (L.) Merrill, var. Abura.

Distribuição — Conhecida de Campinas e S. Paulo (Capital).

6) *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949.

Configuração perineal — Arco baixo. Linhas laterais demarcadas por leves irregularidades das estrias. As estrias podem também se encontrar segundo um ângulo ao longo das linhas laterais. Na região da ponta da cauda, em numerosos exemplares aparece uma pequena área tomada de pontos distintos, o que não ocorre em nenhuma outra espécie. As estrias costumam ser muito pouco onduladas ou lisas. A formação de asas é freqüente.

Machos — Cabeça com anel labial mais estreito que o post-labial; um ou dois testículos; estilete com 17-18 mi-

cross (as demais espécies, com exceção de *M. exigua*, possuem estilete com mais de 20 micros de comprimento).

Localidade típica: Bridgehampton, L. I., New York, Estados Unidos.

Planta hospedeira típica: *Solanum tuberosum* L., var. Green Mountain.

Distribuição — *M. hapla* parece ser pouco freqüente em S. Paulo. Nós a conhecemos apenas de Lins, de sistema radicular de morangueiro, no qual determina a formação de pequenas galhas. Destas, usualmente se destacam raízes laterais, resultando num sintoma bastante característico.

7) *Meloidogyne arenaria arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949.

Sinônimo — *Anguillula arenaria* Neal, 1889.

Configuração perineal — Arco baixo; contorno do modelo perineal mais ou menos circular, exceto quando há formação de asas. A configuração se parece muito com a de *M. hapla*, porém jamais apresenta, na região da ponta da cauda, a referida área tomada de pontos. Ademais, nas proximidades das linhas laterais aparecem numerosas estrias curtas, desordenadas. Nesta espécie, costumam os *phasmids* ser muito evidentes (FRANKLIN, 1957; GOFFART, 1957).

Machos — Cabeça com um anel post-labial largo, indiviso, ou com 3 anéis mal delimitados; 2 testículos.

Localidade típica: Archer, Flórida; ou Lake City, Flórida, Estados Unidos.

Planta hospedeira típica: *Arachis hypogaea* L.

Distribuição — Não conhecemos esta espécie procedente do Brasil. Porém, CARVALHO (1954) afirma tê-la obtido de raízes de soja procedentes de vários municípios paulistas.

8) *Meloidogyne coffeicola* Lordello & Zamith, 1960.

Espécie muito característica, a começar pela forma e dimensões das fêmeas maduras, as quais mostram pescoço excepcionalmente longo e chegam a atingir mais de 1.300 micros.

Configuração perineal — Muito característica, pois deixa ver círculos concêntricos à região da ponta da cauda. As estrias são muito próximas entre si e muito mal delimitadas sendo, no geral, de difícil observação. Arco baixo. *Phasmids* facilmente visíveis.

Machos — Cabeça com um único anel post-labial; um testículo.

Localidade típica: Terra Boa, Paraná.

Planta hospedeira típica: *Coffea arabica* L.

Distribuição — Espécie conhecida de apenas 3 municípios do Norte do Estado do Paraná (LORDELLO & alt., 1961).

CHAVE PARA AUXILIAR A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

A fim de auxiliar a determinação das espécies de *Meloidogyne* que ocorrem no País, organizamos a chave seguinte, utilizando de preferência caracteres da região perineal das fêmeas, pelo fato de serem de localização mais fácil no material infestado. Em certos casos, porém, é obrigatório o estudo de pelo menos machos e ovos.

1. Fêmeas grandes, podendo atingir mais de 1.300 micros de comprimento, providas de pescoço excepcionalmente desenvolvido; estrias da região perineal muito mal demarcadas, mostrando arcos concêntricos em relação à região da ponta da cauda, aí delimitando uma área mais ou menos triangular *M. coffeicola*
- Fêmeas normais, atingindo no máximo 1.000 micros; estrias da região perineal bem demarcadas, ausência de estrias concêntricas à região da ponta da cauda, delimitando área grosseiramente triangular 2
2. Arco formado pelas estrias do setor dorsal baixo ou achatado dorsalmente; ausência

- de bifurcações nos pontos de união das estrias dorsais e ventrais ao longo das linhas laterais 3
- Arco alto, modelo perineal grosseiramente oval, forte tendência para a formação de bifurcações ao longo das linhas laterais, nas uniões das estrias dorsais e ventrais 7
3. Linhas laterais dadas por duas distintas incisuras cortando as estrias 4
- Linhas laterais marcadas somente por irregularidades das estrias; ou as estrias se encontram segundo um ângulo ao longo das linhas laterais; ou ainda as estrias se dobram ou se interrompem (neste caso as fêmeas são muito pequenas, não atingindo 500 micros) 5
4. Machos com dois ou três anéis post-labiais, ovos com 31-40 micros de largura, estrias do setor dorsal da configuração perineal lisas
..... *M. javanica javanica*
- Machos com um único anel post-labial, ovos com até 52 micros de largura, estrias do setor dorsal da configuração perineal mais onduladas ou formando zigue-zagues
..... *M. javanica bauruensis*
5. Fêmeas pequenas, com menos de 500 micros de comprimento; linhas laterais da configuração perineal marcadas por estrias que se dobram ou se interrompem *M. exigua*
- Fêmeas com mais de 500 micros de comprimento, podendo atingir 1.000 micros; as linhas laterais nunca são demarcadas por estrias que se dobram ou se interrompem 6
6. Frequentemente mostrando, na configuração perineal, uma área tomada de distintos pontos na região da ponta da cau-

- da; estrias irregulares nas imediações das linhas laterais ausentes; estilete dos machos com 17-18 micros *M. hapla*
- Nunca apresentando área pontilhada na região da ponta da cauda estrias irregulares nas imediações das linhas laterais presentes estilete dos machos com 20-24 micros *M. arenaria arenaria*
7. Ovos com até 60 micros de largura; machos com um único anel post-labial *M. inornata*
- Ovos com 30-38 micros de largura; cabeça dos machos com três anéis post-labiais *M. incognita*

PRIMEIRAS INVESTIGAÇÕES SÔBRE AS PLANTAS HOSPEDEIRAS DE *MELOIDOGYNE EXIGUA*

M. exigua parasita o cafeeiro em várias regiões dos Estados de S. Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (LORDELO & alt., 1961).

ARRUDA (1960, 1960a) publicou recentemente os primeiros resultados de seus estudos sôbre os efeitos do parasitismo da espécie em cafeeiros jovens, cultivados em laminados e, depois, com um ano de campo, tendo verificado uma ação depressiva, que se traduz por uma redução de cerca de 30% no desenvolvimento das plantas. Na grande cafeicultura, porém, há evidência de que a importância de *M. exigua* é sensivelmente maior.

Praticamente nada se conhece acêrca de outras possíveis plantas hospedeiras dêste nematóide, o qual, além do interesse econômico, apresenta grande importância científica, pelo fato de constituir a espécie tipo do gênero. Sabemos apenas que, no Peru, ataca também plantas de chá, segundo observaram KRUSBERG & HIRSCHMANN (1958).

Considerando a quase inexistência de informações sôbre êste assunto, demos início em 1960 a alguns experimentos, visando infestar plantas de várias famílias. Aliás, B. G. CHITWOOD, então trabalhando no *Kaiser Foundation Research Institute*, em Richmond, Cal., Estados Unidos, bem como A. D. BAKER, do Canada Dept. of Agriculture, nos haviam so-

licitado conduzir tais investigações, cujos primeiros resultados são agora divulgados (1).

Em março de 1960, procedemos à coleta, em cafezal da Estação Experimental de Ribeirão Preto, do material que iria servir de inóculo, o qual consistiu de raízes pesadamente infestadas.

Trazidas para o laboratório, parte das raízes foi reduzida a pequenos pedaços e misturada com solo esterilizado. Esse material constituiu o substrato para o plantio, em vasos, de mudas das seguintes espécies (2):

- 1) *Lycopersicum esculentum* Mill.
Tomateiro var. Rutgers
- 2) *Oryza sativa* L.
arroz
- 3) *Cucumis sativus* L.
pepino
- 4) *Capsicum annuum* L.
pimentão, var. gigante
- 5) *Phaseolus vulgaris* L.
feijão
- 6) *Arachis hypogaea* L.
amendoim
- 7) *Canavalia ensiformis* D.C.
feijão de porco
- 8) *Crotalaria juncea* L.
- 9) *Glycine max* (L.) Merrill
soja
- 10) *Solanum tuberosum* L.
batata, var. Aquilla
- 11) *Impatiens balsamina* L.
beijo de frade
- 12) *Coffea arabica* L.
cafeeiro, var. Bourbon vermelho.

(1) BAKER havia verificado a grande semelhança entre a configuração perineal de uma espécie encontrada em roseiras, importadas da Holanda para o Canadá e os modelos de *M. exigua* publicados por LORDELLO & ZAMITH em 1958. Daí o seu desejo em saber se *M. exigua* infestava outras plantas, além do cafeeiro. CHITWOOD vem coordenando os trabalhos de um grupo de nematologistas de vários países, presentemente empenhados em várias investigações sobre *Meloidogyne*, estando as pesquisas acerca das espécies do Brasil a cargo do autor destas linhas.

(2) Ao Dr. FRANCISCO FERRAZ DE TOLEDO, da E. S. A. "Luiz de Queiroz", somos muito gratos pelo fornecimento do material.

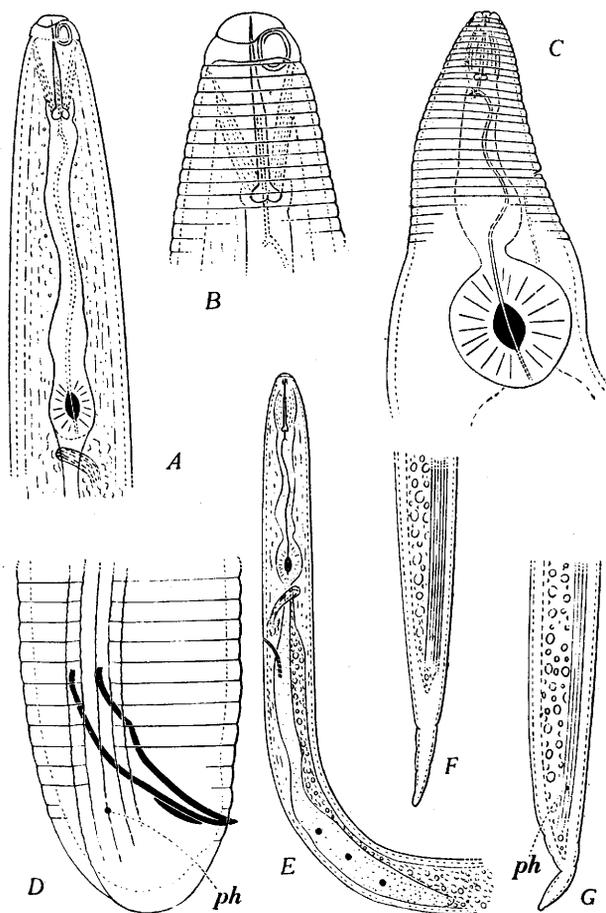


FIG. 2 — Detalhes da organização de uma espécie do gênero *Meloidogyne* (*M. inornata*). A: região esofageana do macho; B: cabeça do macho; C: região anterior de uma fêmea; D: extremidade caudal do macho; E: região anterior de uma larva pré-parasita; F e G: região caudal de larvas pré-parasitas (ph = phasmid) (apud LORDELLO, 1956).

Tôdas as plantas referidas foram obtidas de sementeiras conduzidas em solo esterilizado (1), com exceção das mudas de cafeeiro, que procederam de um viveiro existente na E. S. A. "Luiz de Queiroz", e das plantas de batata, que foram obtidas de tubérculo importado da Alemanha.

Os cafeeiros constituíram a testemunha, tendo alguns pés permanecidos sem inoculação.

As plantas foram deixadas vegetar por tão longo tempo quanto possível, tendo em conta o seu ciclo ou a capacidade dos vasos que as continham. Dessa forma, o exame de suas raízes deu-se em épocas diferentes.

O resultado foi positivo apenas para as plantas de pimentão, pois o seu sistema radicular, examinado em fins de agosto, exhibia pequenas galhas em cujo interior se alojavam fêmeas maduras de *Meloidogyne exigua*.

Nas plantas de pepino também foram observadas galhas, tendo, porém, sido impossível constatar a presença de fêmeas do nematóide. Parece que as larvas migrantes penetraram nas raízes, inocularam as células com a sua "saliva", dessa forma incitando a formação de galhas, tendo, porém, perecido prematuramente, sem atingir o estado de fêmea adulta. Não tiveram êxito os nossos esforços para localizar, nos tecidos, estruturas pertinentes às larvas, permanecendo o presente caso um tanto obscuro.

Nas demais espécies botânicas investigadas não foram observadas galhas, não tendo também sido localizado nenhum nematóide dentro das raízes.

Nos pés de café inoculados (*testemunha*), foi constatada pesada infestação, tranquilizando-nos quanto aos resultados negativos obtidos com as outras plantas, principalmente sabendo-se que nenhum nematóide foi verificado nas raízes dos cafeeiros mantidos sem inoculação.

Esperando que *M. exigua* facilmente se transferisse para o tomateiro da var. Rutgers, considerado hospedeiro neu-

(1) Ao Prof. Dr. FERDINANDO GALLI, da E. S. A. "Luiz de Queiroz", os nossos melhores agradecimentos pela cooperação, permitindo-nos valer dos recursos de seu laboratório de Fitopatologia.



FIG. 3 — Fotografia da região perineal do nematóide da figueira (*M. incognita*) (apud LORDELLIO, 1958).

tro, pois tem se mostrado susceptível a um grande número de espécies do gênero investigadas, procedemos à inoculação de numerosas mudas, porém utilizando a técnica de SASSER (1954), para inoculação com massas de ovos em cápsula de gelatina. Em caso positivo, iríamos obter populações provenientes de uma fêmea, produtora da ooteca isolada, de grande interesse para o prosseguimento das investigações (1). O exame de tôdas as plantas trouxe resultados negativos: *M. exigua* não infestou nenhuma delas.

Das investigações relatadas, resulta, pois, apenas o registro da espécie *Capsicum annuum* como planta hospedeira nova de *M. exigua* e a informação de que êste nematóide é incapaz de atacar tôdas as outras referidas.

Em outras oportunidades, temos coligido ervas daninhas presentes em cafezais paulistas infestados por *M. exigua*, a fim de estudar o seu sistema radicular. Frequentemente, as plantas foram coligidas de sob a “saia” de cafeeiros atacados, onde muitas vêzes apareciam vegetando em associação com pés novos de café, nascidos de sementes caídas da própria planta. Jamais encontramos qualquer erva má atacada por *M. exigua*. Quando o “mato” se apresentava com as raízes desfiguradas por nematóides, a espécie envolvida era *M. javanica* ou outra, nunca *M. exigua*.

Plantinhas de café nascidas sob a saia de plantas afetadas invariavelmente hospedam *M. exigua*, desde o estado vulgarmente referido como “palito de fósforo”.

O inverso também não foi jamais verificado, isto é, jamais constatamos, em S. Paulo, cafeeiros atacados por espécie diferente de *M. exigua*. No Paraná, como se sabe, ocorre outra forma: *M. coffeicola*.

MÉTODOS GERAIS DE CONTRÔLE

Depois de estabelecidos num solo, os nematóides são de erradicação no geral difícil, muitas vêzes impossível. Compreende-se, pois, como são importantes as medidas que visam

(1) O Dr. ADIEL PAES LEME ZAMITH, da E. S. A. “Luiz de Queiroz”, nos auxiliou poderosamente na realização dêste trabalho. Somos-lhe, pois, muito gratos.

evitar a contaminação das glebas livres. Assume, assim, grande importância o uso de ferramentas e máquinas limpas, isentas de solo aderente, e principalmente, a obtenção de todo material de propagação de plantas, como bulbos, tubérculos, mudas, etc., livres destes destrutivos organismos.

Significativa disseminação de nematóides, não só do gênero em estudo, como de outros agrupamentos, pode realmente dar-se por meio de material de multiplicação. Em Valinhos e outras zonas de produção de figo do Estado, por exemplo, vem se realizando ativa disseminação, do nematóide da figueira (por enquanto referido como *M. incognita*), pois costuma-se aproveitar, como mudas, os filhotes ou rebentos enraizados que nascem ao redor das plantas em produção. Tais rebentos certamente trarão o nematóide, caso a planta mãe se ache parasitada.

Nas linhas seguintes oferecemos um resumo das medidas de controle da "meloidoginose", sendo estudados os mais importantes métodos utilizados em todo o mundo.

a) EMPRÉGO DA *CROTALARIA SPECTABILIS*. Em 1940, BARRONS demonstrou que as larvas pré-parasitas de *Meloidogyne* penetram no sistema radicular da *C. spectabilis*, mas não sobrevivem, perecendo prematuramente, sem deixar descendentes. Daí surgiu a idéia de utilização desta leguminosa como cultura de cobertura para terrenos infestados. Durante o tempo em que a *C. spectabilis* permanecer vegetando no terreno, processa-se uma redução da população de nematóides presentes na gleba. MCBETH & TAYLOR (1944) utilizaram-na, com resultados muito favoráveis como cultura de cobertura em plantações de pessegueiro infestadas. Entre nós, o Dr. O. J. BOOCK teve oportunidade de experimentá-la, em Campinas, afirmando ter obtido êxito.

b) INUNDAÇÃO DO SOLO. Vários investigadores proclamaram que, caso uma gleba possa ser mantida, por um certo tempo, não necessariamente submersa em água, mas apenas próxima do ponto de saturação, isso constituirá uma medida de controle. Infelizmente, o período recomendado pelos pesquisadores do assunto é relativamente longo, no geral superior a 60 dias (BESSEY, 1911; THAMES & STONER, 1953; FRANDSEN, 1916), numa tentativa para destruir também os ovos, considerados os mais resistentes às condições adversas resultantes da inundação. As larvas migrantes perecem rapidamente.

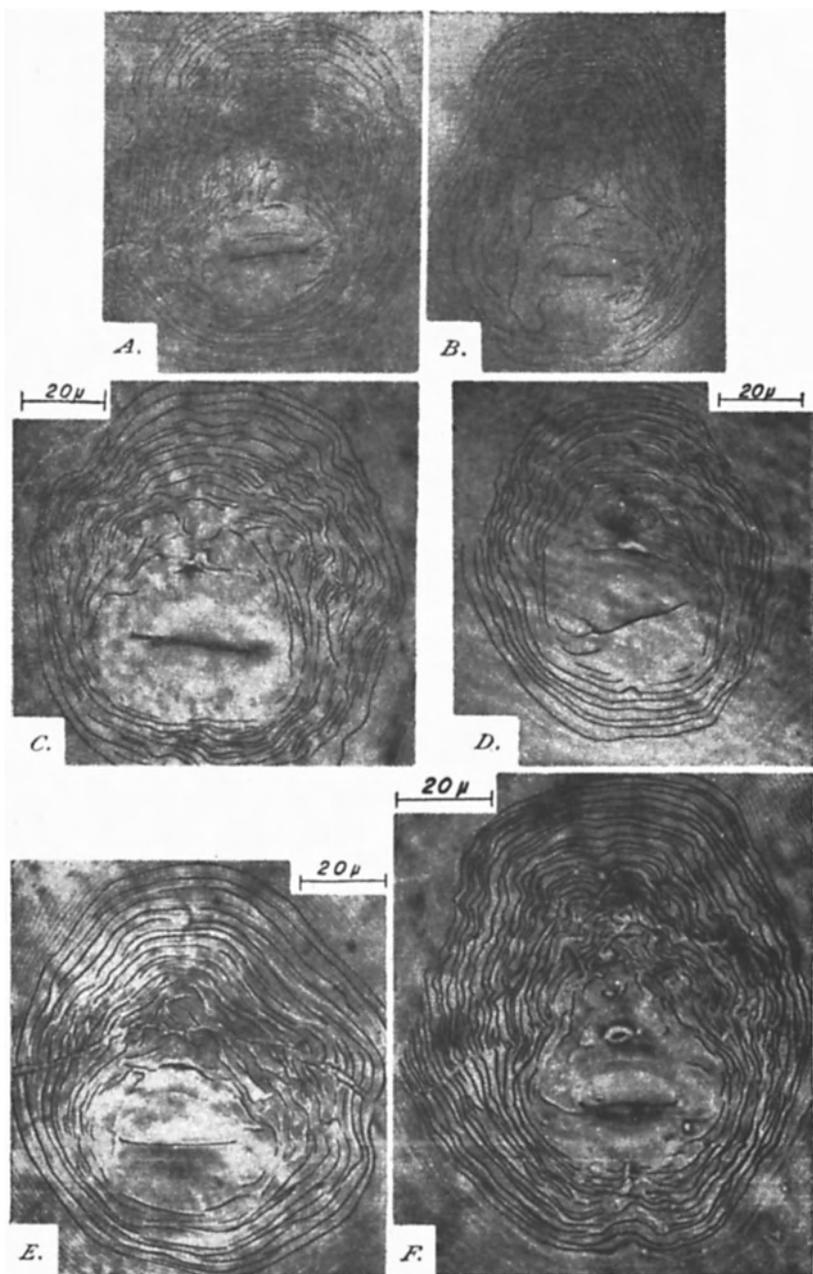


FIG. 4 — Modelos perineais das espécies de *Meloidogyne* que ocorrem no Brasil. A e B: *M. inornata*; C: *M. a. arenaria*; D: *M. hapla*; E: *M. j. javanica*; F: *M. incognita* (apud TAYLOR, DROPKIN & MARTIN, 1955, e LORDELLO, 1956).

Como as temperaturas altas favorecem a eclosão das larvas, conclui-se que a inundação do terreno será mais eficiente se for realizada durante o período quente do ano.

c) **ROTAÇÃO DE CULTURAS.** Convenientemente planejada, a rotação de culturas pode constituir um bom método de luta contra a *meloidoginose*. Os planos geralmente recomendados prescrevem a ausência na gleba, por 2 a 3 anos, de plantas hospedeiras da espécie a controlar.

No controle por rotação, é preciso, pois, proceder à identificação da espécie presente na cultura e, depois, conhecer quais as plantas que não a hospedam ou que funcionam como hospedeiros desfavoráveis, as quais deverão figurar nas rotações.

A suscetibilidade a *Meloidogyne* de espécies vegetais de interesse agrícola tem sido estudada por vários investigadores. McBETH (1945), por exemplo, testou a suscetibilidade de numerosas gramíneas. Porém, infelizmente, muitas dessas investigações foram realizadas em datas anteriores à revisão do gênero (CHITWOOD, 1949), quando todos os nematóides causadores de galhas eram ainda referidos sob a denominação única de *Heterodera marioni*. Não se pode, pois, saber para que espécie ou espécies de *Meloidogyne* foram as plantas testadas, o que evidentemente significa uma perda lamentável de informações básicas para o controle por rotação.

SASSER (1954) estudou a suscetibilidade de um bom número de culturas a 5 formas, as quais hoje se reduzem a 4 (*M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*), pelo fato já exposto de ter sido demonstrada a inconveniência da manutenção de *M. incognita acrita*.

O quadro apresentado por SASSER apresenta interesse para nós. Em primeiro lugar por incluir 4 das mais frequentes espécies de *Meloidogyne* frente a numerosas culturas de importância econômica. Depois, porque, durante os últimos 10 anos, um elevado número de amostras de plantas infestadas, procedentes de vários pontos do Estado e do País, foi submetido a exame na E.S.A. "Luiz de Queiroz" e os resultados, devidamente anotados, vieram concordar com as informações contidas no quadro, embora as variedades tivessem sido, no geral, diferentes daquelas manuseadas pelo

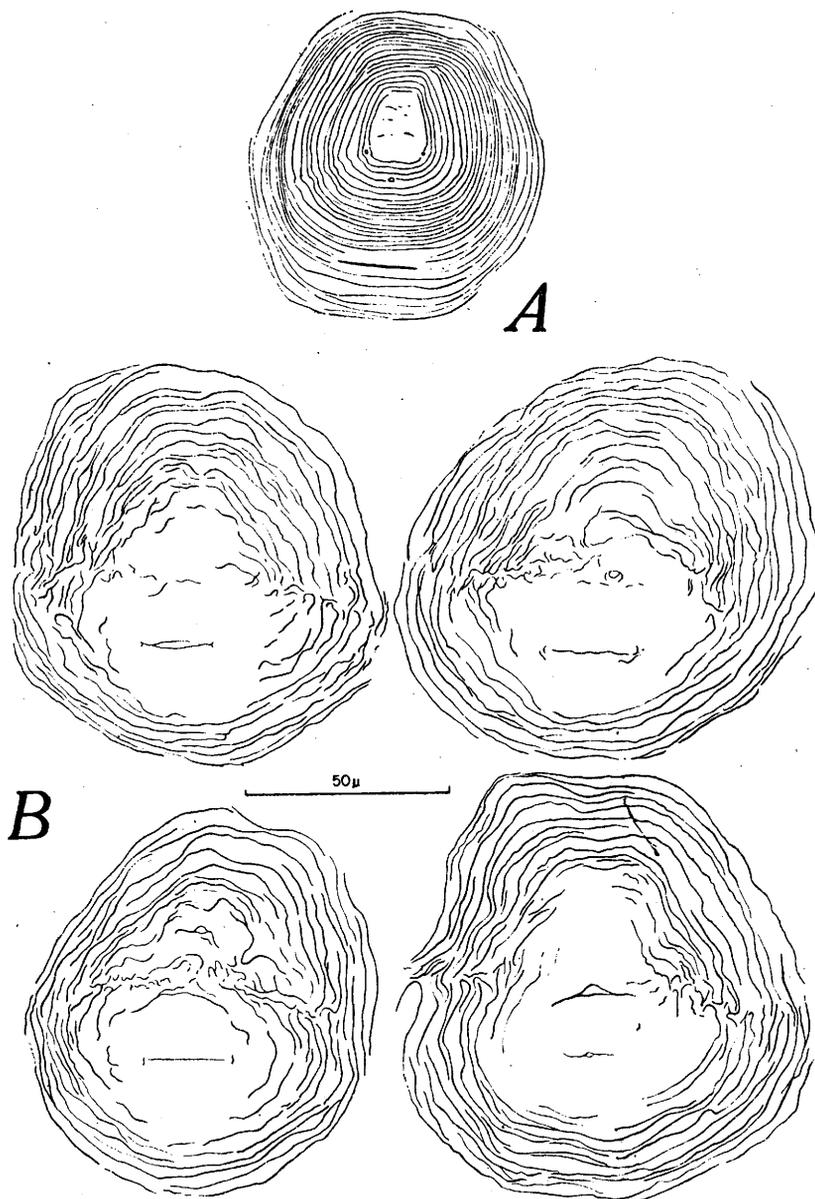


FIG. 5 — A: configuração perineal de *M. coffeicola* (apud LORDELLO & ZAMITH, 1960a); B: modelos perineais de *M. exigua* (apud LORDELLO & ZAMITH, 1958a).

eminente nematólogo do *North Carolina State College*, de Raleigh.

Reconhecemos, porém, a enorme necessidade de conduzir semelhantes investigações, incluindo as variedades locais das nossas principais culturas, bem como outras formas de *Meloidogyne*, (*M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. inornata* e *M. javanica bauruensis*), além das 4 pesquisadas por SASSER (1954).

Damos, em linhas seguintes, um quadro com grande parte das informações contidas no excelente trabalho de SASSER, bem como outras decorrentes de exames realizados em Piracicaba, na E.S.A. "Luiz de Queiroz". Neste caso, somente ataques severos são registrados.

O quadro inclui culturas anuais e perenes. Os números indicam o grau de infestação, tal como explicamos em seguida; a inexistência de um número indica que a suscetibilidade não foi testada ou verificada em exame de material coletado na natureza.

0 = não houve infestação; no caso de larvas migrantes terem penetrado nas raízes, não se desenvolveram até o estado de fêmeas maduras, produtoras de ovos.

1 = infestação extremamente leve, tendo apenas uma ou outra fêmea com massa de ovos sido verificada no interior da raiz.

2 = infestação leve, com fêmeas maduras com massas de ovos facilmente vistas, mesmo a olho nu.

3 = infestação moderada, sendo as fêmeas maduras e massas de ovos moderadamente abundantes.

4 = infestação severa, sendo muito abundante não só fêmeas maduras como ootecas.

O controle por rotação encontra freqüentemente certas dificuldades, pois culturas indicadas para figurar nos planos sugeridos pelo reconhecimento do nematóide envolvido podem oferecer limitações decorrentes do clima. Exemplo: a aveia tem sido recomendada pelos autores estrangeiros pelos bons resultados que oferece nas rotações, mas não se presta para cultivo em certas regiões do mundo.

Outra dificuldade surge quando a gleba encerra duas ou

QUADRO I

Suscetibilidade de algumas culturas ao ataque por
4 espécies do gênero *Meloidogyne*

Nome científico	Nome vulgar	M. incognita	M. hapla	M. javanica	M. arenaria
1) <i>Allium cepa</i>	cebola	4	1	3	3
2) <i>Arachis hypogaea</i>	amendoim	0	4	0	4
3) <i>Avena sativa</i>	aveia	1	0	1	1
4) <i>Beta vulgaris</i>	beterraba	4	2	4	4
5) <i>Brassica oleracea</i> , var. <i>capitata</i>	repolho	4	3	4	4
6) <i>Crotalaria spectabilis</i>	—	0	0	0	0
7) <i>Cucumis melo</i>	melão	4	4	4	4
8) <i>Cucumis sativus</i>	pepino	4	1	4	4
9) <i>Cucurbita pepo</i>	abóbora	4	1	4	4
10) <i>Daucus carota</i>	cenoura	4	2	4	4
11) <i>Fragaria sp.</i>	morangueiro	0	4	0	0
12) <i>Glycine max</i>	soja	4	4	4	3
13) <i>Gossypium hirsutum</i>	algodão	3	0	0	0
14) <i>Hibiscus cannabinus</i>	kenaf	4	0	4	4
15) <i>Hibiscus esculentus</i>	quiabo	3	0	3	1
16) <i>Ipomoea batatas</i>	batata doce	2	2	0	0
17) <i>Lycopersicum esculentum</i>	tomate	4	4	4	4
18) <i>Medicago sativa</i>	alfafa	3	4	3	3
19) <i>Nicotiana tabacum</i>	fumo	4	3	4	4
20) <i>Pelargonium sp.</i>	gerânio	0	1	0	0
21) <i>Phaseolus vulgaris</i>	feijão	3	4	4	4
22) <i>Pisum sativum</i>	ervilha	4	3	3	4
23) <i>Rhododendron sp.</i>	azalea	0	0	0	0
24) <i>Solanum melongena</i>	beringela	4	4	4	3
25) <i>Solanum tuberosum</i>	batata	4	3	3	3
26) <i>Triticum aestivum</i>	trigo	4	0	4	3
27) <i>Zea mays</i>	milho	3	0	3	2
28) <i>Ficus carica</i>	figo	4	—	—	—
29) <i>Carica papaya</i>	mamão	4	—	4	—
30) <i>Prunus persica</i>	pêssego	4	—	—	—
31) <i>Pyrus communis</i>	pereira	4	—	—	—
32) <i>Musa cavendishii</i>	banana	—	—	4	—
33) <i>Saccharum officinarum</i>	cana	—	—	3	—
34) <i>Corchorus olitorius</i>	juta	4	—	—	—
35) <i>Cucurbita maxima</i>	abóbora	4	—	4	—
36) <i>Arracacia xanthorrhiza</i>	mand. salsa	4	—	—	—
37) <i>Cajanus cajan</i>	guandu	—	—	4	—
38) <i>Clitoria ternatea</i>	—	—	—	4	—
39) <i>Ricinus communis</i>	mamona	4	—	—	—
40) <i>Lactuca sativa</i>	alface	4	—	4	—
41) <i>Apium graveolens</i>	salsão	4	—	—	—
42) <i>Galega officinalis</i>	—	4	—	—	—
43) <i>Citrullus vulgaris</i>	melancia	4	—	—	—
44) <i>Olea europea</i>	oliveira	—	—	4	—

mais espécies (em São Paulo, *M. javanica* e *M. incognita* frequentemente aparecem associadas), pois pode tornar-se difícil contar com uma única cultura conveniente para fazer a rotação.

Uma terceira dificuldade pode resultar da resistência, no geral justificada, dos agricultores pela adoção, por dois ou três anos, se bem que apenas para determinadas glebas, de culturas diferentes daquela a que vêm se dedicando, às vezes desde muito tempo.

Quando a mesma rotação é repetida, há uma tendência para oferecer controle menos eficiente e também para a incidência maior de outras doenças. Daí o conhecido conselho de GARRIS (1953), para se fazer "rotação da rotação" (*rotate the rotation*).

d) **VARIEDADES RESISTENTES.** Em certos casos, já existem variedades resistentes, se não a todas as espécies do gênero, pelo menos à maior parte delas, processando-se presentemente intensa investigação acerca deste assunto, referente a várias culturas. Para o tomateiro, por exemplo, pesquisadores da Estação Experimental de Hawai produziram várias linhagens bastante promissoras, as quais têm sido a base para o prosseguimento das investigações. O caráter resistente, no caso, foi transferido da espécie *Lycopersicon peruvianum*.

e) **CONTROLE QUÍMICO.** O controle químico consiste do tratamento do solo por substâncias no geral líquidas, conhecidas como fumigantes. Na verdade, a maior parte das operações de fumigação em larga escala, realizadas em vários países, tem tido por finalidade controlar nematóides causadores de galhas. Infelizmente, a operação no geral precisa ser repetida todos os anos.

Os nematicidas mais empregados têm sido o D.D. (mistura de dicloropropano e dicloropropeno), as misturas contendo E.D.B. (dibrometo de etileno) e o Nemagon (dibromo-cloropropano). Deste último, existe uma formulação líquida e outra sólida, granular. Os três produtos foram experimentados no País, com êxito, tendo já sido publicados alguns artigos, referidos adiante.

O modo de aplicação varia, principalmente tendo em vista a extensão da área a fumigar, existindo injetores manuais e adaptados a sulcadores e tratores. Nos dois últimos

casos, a fumigação é feita em sulcos, quase sempre de 15 cm de profundidade.

Sendo todos os nematicidas produzidos fora do Brasil, atingem preços altos. Nessas condições, torna-se impossível utilizá-los em numerosas culturas. Porém, convenhamos que, entre nós, muita experimentação deverá ainda ser feita, neste setor do controle da meloidoginose, para que a exata avaliação, principalmente da parte econômica da operação, possa finalmente ser obtida.

O tratamento do solo por nematicidas pode parecer uma operação banal. Contudo, resultados satisfatórios são obtidos somente quando certos fatores são devidamente considerados. Dêles muito depende a eficácia do tratamento. Assim, a) a temperatura do solo, a 15 cm de profundidade, não deve estar abaixo de 10°C, nem acima de 30°C; b) o terreno deve estar preparado da melhor maneira possível, livre de torrões e restos vegetais não decompostos, sendo a fumigação o último trabalho precedendo o plantio; c) o teor de umidade do solo deve se aproximar, porém não exceder, a capacidade do campo.

LITERATURA (1)

- ALLEN, M. W., 1952 — Observations on the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proc. Helminth. Soc. Wash.* 19: 44-51.
- ARRUDA, H. V. DE, 1960 — Efeito depressivo de nematóides, sobre mudas de cafeeiros formadas em laminados. *Bragantia* 19: XV-XVII.
- ARRUDA, H. V. DE, 1960a — Redução no crescimento de cafeeiros com um ano de campo, devido ao parasitismo de nematóides. *Bragantia* 19: CLXXIX-CLXXXII.
- BAKER, A. D., 1953 — Rapid method for mounting nematodes in glycerine. *Canad. Ent.* 85: 77-78.
- BARRONS, K. C., 1940 — Root-knot resistance in beans. *Jour. Heredity* 31: 35-38.
- (++) BERKELEY, M. J., 1855 — Vibrio forming excrescences on the roots of cucumber plants. *Gardener's Chronicle*, abril, p. 220.
- BESSEY, E. A., 1911 — Root-knot and its control. U. S. Dept. Agric., Bur. Plant Ind., Bull. 217, 89 pp.
- BIRD, A. F., 1958 — The adult female cuticle and egg sac of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Nematologica* 3: 205-212.
- BIRD, A. F., 1959 — Development of the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* (Treub) and *Meloidogyne hapla* in the tomato. *Nematologica* 4: 31-42.

(1) Os autores precedidos do sinal + não foram citados no texto; outros precedidos de ++, infelizmente não puderam ser consultados no original.

- (+)BOOCK, O. J., 1951 — Combate aos nematóides pela aplicação de fumigantes no solo. **Bragantia** 11: 13-18.
- (+)BOOCK, O. J. & L. G. E. LORDELLO, 1961 — Contrôles de nematóides em cultura de batata doce. **Rev. Agricultura** 36: 85-92.
- CARVALHO, J. C., 1954 — A soja e seus inimigos do solo. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** 14: 45-52.
- CHITWOOD, B. G., 1949 — Root-knot nematodes, part I. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 16: 90-104.
- CHITWOOD, B. G. & M. B. CHITWOOD, 1950 — **An introduction to Nematology, part I**, Monumental Printing Co., ed., Baltimore.
- CHITWOOD, B. G. & outros, 1952 — Root-knot nematodes, III. **Plant and Soil** 4: 77-95.
- CHRISTIE, J. R., 1959 — **Plant nematodes. Their bionomics and control**. Univ. Florida ed., 256 pp.
- CHRISTIE, J. R. & G. S. COBB, 1941 — Notes on the life history of the root-knot nematode, *Heterodera marioni*. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 8: 23-26.
- COETZEE, V., 1956 — *Meloidogyne acronea*, a new species of root-knot nematode. **Nature** 177: 899-900.
- (++)CORNU, M., 1879 — Études sur le *Phylloxera vastatrix*. **Mém. Divers Sav. Acad. Sc. Inst. France** 26: 163-175, 328, 339-341.
- (+)FERRAZ, C.A.M. & L.G.E. LORDELLO, 1961 — Interferência de nematóides em culturas de algodão. **Rev. Agricultura** 36: 131-138.
- FRANDSEN, P., 1916 — Eelworm parasites of plants. **Monthly Bull. Calif. State Commission of Hort.** 5: 60-63.
- FRANKLIN, M. T., 1957 — Review of the genus *Meloidogyne*. **Nematologica** 2, supp., pp. 387-397.
- FRANKLIN, M. T., 1961 — A british root-knot nematode, *Meloidogyne artiellia* n. sp. **Jour. Helminth. R. T. Leiper supp.**, pp. 85-95.
- GARRIS, H. R., 1953 — Nematode control in flue-cured tobacco. N. C. Agric. Exp. Sta. Ext. Circ. 374, 15 pp.
- GILLARD, A. & J. VAN DEN BRANDE, 1955 — Quelques problèmes concernant les nématodes des racines (*Meloidogyne* spp.) en Belgique, particulièrement la désinfection des tubercules de *Begonia multiflora* par traitement à l'eau chaude. **Parasitica** 11: 74-80.
- GOELDI, E. A., 1887 — Relatório sobre a moléstia do cafeiro na Província do Rio de Janeiro. **Arch. Mus. Nac.** 8: 3-95. (ano: 1892).
- GOFFART, H., 1957 — Bemerkungen zu einigen Arten der Gattung *Meloidogyne*. **Nematologica** 2: 177-184.
- GOODEY, J. B., 1957 — Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Min. of Agric., Londres, Tech. Bull. 2, 47 pp.
- GOODEY, T., 1932 — On the nomenclature of the root-gall nematodes. **Jour. Helminth.** 10: 21-28.
- GRISSE, A. DE, 1960 — *Meloidogyne kikuyensis* n. sp., a parasite of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) in Kenya. **Nematologica** 5: 303-308.
- HEINRICH, W. O., 1961 — Duas pragas do café no Norte do Paraná. **O Biológico** 27: 81-82.
- JOBERT, C., 1878 — Sur une maladie du caféier observée au Brésil. **C. R. Acad. Sci. Paris** 87: 941-943.
- KRUSBERG, L. R. & H. HIRSCHMANN, 1958 — A survey of plant parasitic nematodes in Peru. **Plant Dis. Repr.** 45: 599-608.

- LOOS, C. A., 1953 — *Meloidogyne brevicauda* n. sp., a cause of root-knot of mature tea in Ceylon. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 20: 83-91.
- LORDELLO, L. G. E., 1953 — **Contribuição ao conhecimento dos nematódeos do solo de algumas regiões do Estado de São Paulo**, tese, 75 pp., E.A.S. "Luiz de Queiroz".
- (+)LORDELLO, L. G. E., 1955 — Nematodes attacking soybean in Brasil. **Plant Dis. Repr.** 39:310-311.
- LORDELLO, L. G. E., 1955-56 — Experimentos com os nematocidas D.D., E.D.B. e brometo de metilo no combate aos nematódeos causadores de galhas em raízes de plantas. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"** 12: 169-177.
- LORDELLO, L. G. E., 1956 — *Meloidogyne inornata* sp. n., a serious pest of soybean in the State of S. Paulo, Brasil (**Nematoda, Heteroderidae**). **Rev. Brasil. Biol.** 16: 65-70.
- LORDELLO, L. G. E., 1956a — Nematóides que parasitam a soja na região de Bauru. **Bragantia** 15: 55-64.
- LORDELLO, L. G. E., 1956b — Parasitismo de *Meloidogyne javanica* em raízes de aboboreira (**Nematoda, Heteroderidae**). **Rev. Agricultura** 31: 135-138.
- (+)LORDELLO, L. G. E., 1957 — Galhas gigantes em raízes de *Clitoria ternatea*. **Chác. Quintais** 96 (2): 200.
- (+)LORDELLO, L. G. E., 1957a — A note on nematode parasites of red anthurium (*Anthurium andraeanum* Lind.), with a description of *Rotylenchus boocki* n. sp. **Nematologica** 2: 273-276.
- LORDELLO, L. G. E., 1958 — *Meloidogyne incognita*, a nematode pest of fig orchards at the Valinhos region (State of S. Paulo). **Rev. Brasil. Biol.** 18: 375-379.
- (+)LORDELLO, L. G. E., 1959 — Fumigação do solo — prática agrícola moderna. **A Rural** 39 (459): 52-53.
- (+)LORDELLO, L. G. E., 1960 — Meloidoginose do mamoeiro. **Rev. Agricultura** 35: 189-191.
- (+)LORDELLO, L. G. E. & R. CESNIK, 1958 — Alguns nematódeos do tomateiro. **Rev. Brasil. Biol.** 18: 159-165.
- LORDELLO, L. G. E. & C. F. O. SANTOS, 1960 — Incidência de nematóides em culturas de feijão. **O Biológico** 26: 213-217.
- (+)LORDELLO, L. G. E. & A. P. L. ZAMITH, 1958 — A note on nematodes attacking coffee trees in Brazil. **Plant Dis. Repr.** 42: 199.
- LORDELLO, L. G. E. & A. P. L. ZAMITH, 1958a — On the morphology of the coffee root-knot nematode, *Meloidogync exigua* Goeldi, 1887. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 25: 133-137.
- LORDELLO, L. G. E. & A. P. L. ZAMITH, 1960 — Incidência de nematódeos em algumas culturas de importância econômica. **Divulg. Agronômica**, n. 2, pp. 27-33.
- LORDELLO, L. G. E. & A. P. L. ZAMITH, 1960a — *Meloidogyne coffeicola* sp. n., a pest of coffee trees in the State of Paraná, Brasil (**Nematoda, Heteroderidae**). **Rev. Brasil. Biol.** 20: 375-379.
- LORDELLO, L. G. E. & outros. 1961 — Nematódeos atacando cafeeiros no Brasil. **Divulg. Agronômica**, n. 4, pp. 1-11.
- MCBETH, C. W., 1945 — Tests on the susceptibility and resistance of several southern grasses to the root-knot nematode, *Heterodera marioni*. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 12: 41-44.

- MCBETH, C. W. & A. L. TAYLOR, 1944 — Immature and resistant cover crops valuable in root knot infested peach orchards. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 45: 158-166.
- MELLO, L. M. DE, 1958 — Nematódeos que parasitam o melão cantalupo no Estado de São Paulo. **Rev. Agricultura** 33: 39-46.
- (++)NAGAKURA, K., 1930 — Ueber den Bau und die Lebensgeschichte der *Heterodera radicola* (Greeff) Mueller. **Jap. Jour. Zool.** 3: 95-160.
- RASKI, D. J., 1953 — Methods of detecting and investigating plant parasitic nematodes. **Phytopathology** 43: 259-263.
- SASSER, J. N., 1954 — Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Maryland Agric. Exp. Sta., Bull. A-77, 30 pp.
- STEINER, G., 1949 — Plant nematodes the grower should know. State of Florida Dept. of Agric., Bull. 131, 47 pp.
- TARJAN, A. C., 1952 — Comparative studies of some root-knot nematodes infecting the common snapdragon, *Antirrhinum majus* L. **Phytopathology** 42: 641-644.
- TAYLOR, A. L. & C. W. MCBETH, 1941 — Spot treatments with chloropicrin and ethylene dichloride for control of root-knot. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 8: 53-55.
- TAYLOR, A. L., C. W. MCBETH & A. L. SMITH, 1941 — Note on staining nematodes in root tissue. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 8: 26.
- TAYLOR, A. L., V. H. DROPKIN & G. C. MARTIN, 1955 — Perineal patterns of root-knot nematodes. **Phytopathology** 45: 26-34.
- THAMES, Jr., W. H. & W. N. STONER, 1953 — A preliminary trial of low-land culture rice in rotation with vegetable crops as a means of reducing root-knot nematode infestations in the Everglades. **Plant Dis. Repr.** 37:187-192.
- TRIANANTAPHYLLOU, A. C. & J. N. SASSER, 1960 — Variation in perineal patterns and host specificity of *Meloidogyne incognita*. **Phytopathology** 50: 724-735.
- TYLER, J., 1933 — Reproduction without males in aseptic root cultures of the root-knot nematode. **Hilgardia** 7: 373-388.
- TYLER, J., 1933a — Development of the root-knot nematode as affected by temperature. **Hilgardia** 7: 391-415.
- TYLER, J., 1938 — Egg output of the root-knot nematode. **Proc. Helminth. Soc. Wash.** 5: 49-54.
- WHITEHEAD, A. G., 1959 — The root-knot nematodes of East Africa, I. **Nematologica** 4: 272-278.