

NEMATOLOGIA NO CONTEXTO INTERNACIONAL E BRASILEIRO: AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA E À SEGURANÇA ALIMENTAR. Nematology in the international and Brazilian context: threats to the sustainability of agriculture and food security. JUVENIL E. CARES¹ & CARINA MARIANI L. LOPES². ¹Docente Universidade de Brasília, Dep. Fitopatologia; ²Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia; Universidade de Brasília, Brasília, DF. Email: cares@unb.br; Apoio: Sociedade Brasileira de Nematologia, CNPq.

Breve histórico e evolução da fitonematologia mundial

Excelente revisão da história da fitonematologia foi publicada por Moura & Maranhão (2004)¹⁹. O despertar da consciência para a existência de nematoides fitoparasitas só foi possível após o advento do microscópio, quando em 1743, John Tuberville Needham, na Inglaterra observou pela primeira vez, em galhas de sementes de trigo, o nematoide que hoje conhecemos como *Anguina tritici*. Porém, a nematologia vegetal só começou a ser moldada como ciência depois de um século, com o relato do nematoide das galhas em pepino por Berkeley em 1885, do nematoide *Ditylenchus dipsaci* por J. Kühn em 1857 e do nematoide de cisto da beterraba (*Heterodera schachtii*) por Schacht em 1859. A descrição do gênero *Meloidogyne* com a espécie *M. exigua* Göldi, 1887 em cafeeiros no Rio de Janeiro colocou o Brasil no cenário mundial da fase inicial da fitonematologia, que se consolidou como ciência no início do Século XX com as contribuições de Nathan A. Cobb nos Estados Unidos, que descreveu várias espécies de nematoides de importância econômica, entre elas, *Radopholus similis* e *Helicotylenchus multicinctus* em bananeiras nas Ilhas de Fiji e, que treinou as primeiras gerações de nematologistas, assim como fez T. Goodey na Rothamsted Experimental Station, na Inglaterra.

Somente a partir do início da década de 1940, com a aplicação de nematicidas fumigantes de solo mais eficientes, Brometo de metila (27) e D-D (1,2-dicloropropano, 1, 3 dicloropropeno) (5) que as perdas por nematoides de solo puderam ser quantificados com maior precisão (14).

Dos primórdios da Fitonematologia apenas cerca de 160 anos se passaram, porém significativo progresso já foi alcançado. Com a capacitação de recursos humanos que se iniciou em centros de pesquisa, como o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Beltsville, Maryland) e Rothamsted Experimental Station (Inglaterra) foram treinados nematologistas que ocuparam posições de destaque em centros de pesquisa e universidades de vários países de todos os continentes, possibilitando a multiplicação continuada desses profissionais. Assim, hoje nos países desenvolvidos e em vários países em desenvolvimento, o ensino da Nematologia Vegetal já se encontra estabelecido na maioria das escolas onde se pratica o ensino em ciências agrárias, embora em muitos países em desenvolvimento da África, Ásia e América Latina não existem ou são escassos profissionais atuando na área da

nematologia. Como fruto dos conhecimentos gerados pela disciplina, abundante material didático vem se acumulando desde o nascimento da nematologia, que certamente contribuem para a formação de recursos humanos e para o apoio a pesquisadores, técnicos e agricultores que dedicam a atividades de pesquisa e manejo desses organismos. A crescente propagação de conhecimentos nematológicos tem estimulado a comunicação científica entre indivíduos e instituições, culminando com a organização de indivíduos em sociedades de Nematologia que promovem reuniões ou congressos, importante fórum de discussão, aprendizado, estabelecimento de cooperação científica, com vistas ao progresso da ciência. A primeira sociedade de nematologia que se estabeleceu foi a European Society of Nematologist (ESN) em 1956 que publicava o periódico Nematologica, primeiro periódico especializado em nematologia. Em 1961 foi constituída a Society of Nematologists - SON, nos Estados Unidos, que passou a publicar o periódico Journal of Nematology. Em seguidas outras sociedades de Nematologia passaram a existir, algumas com seus respectivos periódicos: The Japanese Nematological Society (Japanese Journal of Nematology); Indian Nematological Society of Indian (Indian Journal of Nematology); Australasian Society of Nematologists (Australasian Journal of Nematology); Afro-Asian Society of Nematologists; Nematological of Southern África; The Egyptian Society for Agronematology (Egyptian Journal of Agronematology); Pakistan Society of Nematologists – PSN (Pakistan Journal of Nematology); Em 1974, a Sociedade Brasileira de Nematologia – SBN (Revista da Sociedade Brasileira de Nematologia/ Nematologia Brasileira/ Nematoda); Em 1967, Organización de Nematologos de los Tropicós Americanos – ONTA (Nematropica). Em 1996 o entendimento entre Sociedades resultou na criação da International Federation of Nematology Societies - IFNS, que promove um Congresso Internacional de Nematologia a cada cinco anos. Embora existindo a conveniência da publicação de artigos científicos em periódicos especializados em Nematologia, nas últimas duas décadas, a pressão para publicar em periódicos de alto impacto tem contribuído para a redução da submissão de manuscritos em periódicos publicados pelas sociedades de Nematologia, levando a eventual descontinuidade de alguns deles.

Embora ainda surjam novos relatos de nematoides causando doenças em plantas cultivadas, já são conhecidos os principais nematoides responsáveis por perdas na agricultura, quanto a aspectos de sua biologia, distribuição geográfica, círculo de hospedeiras, diversidade genética, importância econômica, métodos de diagnóstico, epidemiologia e medidas de controle.

Impacto dos fitonematoides e os desafios da fitonematologia na agricultura mundial

Cerca de 925 milhões de pessoas sofrem de fome crônica e outros dois bilhões passam por fome intermitente (8). Um terço da população africana vive em situação de insegurança alimentar

(http://fsg.afre.msu.edu/africanhunger/briefing_port.pdf, 2001), devidos a fatores como a produção insuficiente de alimentos, onde problemas fitossanitários são componentes que influenciam significativamente nesse déficit alimentar.

Até os dias atuais são crescentes as perdas causadas por fitonematoides, com reflexos negativos principalmente em culturas de subsistência de países em desenvolvimento da África, Ásia e América Latina, constituindo-se em ameaça à segurança alimentar da crescente população dessas regiões. A ação danosa dos nematoides também contribui para redução da eficiência produtiva nas culturas comerciais, tanto por perdas quantitativas ou qualitativas, quanto por aumento nos custos de produção na tentativa de controle dos nematoides, com o uso de nematicidas ou de outras medidas fitossanitárias (1). Restrições de natureza quarentenária a determinadas espécies de nematoides, com frequência limitam as exportações de produtos agrícolas e florestais.

Conforme revisado por Hassan *et al.* (2013)¹⁰, as perdas anuais no mundo devido a nematoides são estimadas em torno de 12,3% (23), atualmente, equivalentes a aproximadamente 157 bilhões de USD, mais o montante de 500 milhões USD gastos com aplicação de medidas de controle.

A percepção da importância dos nematoides para a agricultura é dificultada pelo tamanho microscópico dos nematoides e, também na maioria dos casos os sintomas de parte aérea das plantas se assemelham aos de doenças abióticas, de deficiência hídrica ou de desordem nutricional. Principalmente na agricultura de subsistência, os agricultores não contam com suporte técnico e meios de diagnose adequados. Desse modo, o plantio sequencial de culturas suscetíveis, geralmente levam à inviabilidade na produção de alimentos comprometendo a segurança alimentar das comunidades.

Em pesquisa realizada no final de 2012 com membros das Sociedades de Nematologia em todo o mundo, bem como ex-alunos dos principais cursos de pós-graduação em nematologia vegetal, foram convidados a nomear seus cinco principais nematoides parasitas de plantas resultou em cerca de 1100 votos individuais na eleição dos 10 nematoides fitoparasitas mais importantes (11). Espécies importantes de um mesmo gênero foram agrupadas no gênero para abrir espaço a outros nematoides importantes, assim, em ordem decrescente surgiram: 1 – nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.); nematoides de cistos (*Heterodera* spp. e *Globodera* spp.); 3 - nematoides de lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.); 4 – nematoide cavernícola (*Radopholus similis*); 5 – nematoide do amarelão do alho (*Ditylenchus dipsaci*); 6- nematoide causador de murcha em pinheiros (*Bursaphelenchus xylophilus*); 7 – nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*); 8 – nematoide de adaga (*Xiphinema index*); 9 – falso nematoide das galhas (*Nacobbus aberrans*); e 10 – nematoide da ponta-branca-do arroz

(*Aphelenchoides besseyi*), merecendo ainda destaque: o nematoide espiralado (*Helicotylenchus* spp.) e o nematoide causador da raiz cega (*Trichodorus* spp.). Em escala global os nematoides acima listados são os que afetam a maioria das plantas anuais e perenes que produzem alimentos e fibras, assim como as ornamentais. Porém, existem outros com distribuição mais restrita por região ou por cultura, mas que também são importantes patógenos, por exemplo, o nematoide do anel vermelho do coqueiro (*Bursaphelenchus cocophilus*) em coqueiros e dendezeiros da América tropical; o nematoide de ferrão (*Belonolaimus longicaudatus*) em gramados e várias culturas nos Estados Unidos; e o nematoide da casca-preta do inhame (*Scutellonema bradys*), no nordeste brasileiro e na África.

Jorge Júnior (2016)¹² realizou extensa revisão sobre problemas nematológicos no continente africano, chegando a uma lista de nematoides que causam impacto nas principais culturas daquele continente, onde as culturas de subsistência são as mais afetadas principalmente por espécies do nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) e as do nematoide de lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.), igualmente o nematoide *S. bradys* é importante para a cultura do inhame em vários países africanos. Em levantamento de espécies de *Meloidogyne* em hortaliças de áreas periurbanas de países da África subsaariana (Quênia, Uganda, Tanzânia, Nigéria e Benin), Jorge Júnior (2016)¹², registrou nos cinco países a ocorrência de seis espécies conhecidas (*M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. enterolobii* e *M. izalcoensis*) e uma não determinada. Principalmente no caso do nematoide das galhas, a identificação a nível de espécie, ou mesmo de raça é imprescindível para a orientação de medidas de controle, principalmente quando se pode fazer o uso de rotação de culturas ou de cultivares resistentes.

Nematologia no contexto brasileiro

Nos anos 1976–1978, momento do início da expansão da produção agrícola no Brasil, eram produzidas 46,9 milhões de toneladas de grãos em uma área de 37,3 milhões de hectares. Quarenta anos depois em 2018 a área plantada quase dobrou, passando a 61,5 milhões de hectares, porém a produção teve um acréscimo de mais de 400%, chegando na safra atual a 229,5 milhões de toneladas. Esse expressivo aumento na produção de grãos ilustra a grande evolução nas tecnologias aplicadas no campo e um intensivo uso do solo. Caso fosse mantida a mesma produtividade de 1976, para se produzir 229 milhões de toneladas, seriam necessários 176,6 milhões de hectares, área correspondente a toda a região Centro-Oeste brasileira. Tal nível de produtividade tende a aumentar ainda mais com o crescente uso de irrigação, o que possibilita a realização de três safras por ano (7). Considerando não apenas grãos, mas todos os alimentos, a produção brasileira é de 394 milhões de toneladas por ano. Estima-se que o consumo médio de alimentos de uma pessoa seja de 250 Kg/ano, por tanto, a produção de alimentos do

Brasil em um ano seria suficiente para alimentar 1/4 da população do planeta ou toda população brasileira durante sete anos, no entanto, a população mundial vem crescendo progressivamente, e estima-se que alcançará 12 bilhões nos próximos 50 anos, o que duplicará a demanda por alimentos (6).

Tendo em vista a importância do papel do Brasil como produtor de alimentos para o mundo e a intensificação do uso do solo e recursos naturais que é demandada para atingir altos níveis produtivos, cria-se condições adequadas ao estabelecimento de organismos que promovem perdas produtivas no setor agrícola, como os fitonematoides, os quais atuam como parasitas de tecidos vegetais principalmente das raízes. Citando dados da Sociedade Brasileira de Nematologia, Machado (2015)¹⁵ menciona que as perdas por nematoides na agricultura brasileira giram na ordem de R\$ 35 bilhões (aprox. USD 10 bilhões), sendo que só na cultura da soja essas perdas são em torno de R\$ 16,2 bilhões (aprox. USD 4,6 bilhões). É possível afirmar que todas as culturas possuem ao menos uma espécie relacionada e com potencial de causar danos, como exemplos:

Hortaliças – Os principais nematoides parasitas de hortaliças são os do gênero *Meloidogyne*, ocorrendo em raízes de cenoura, batata, batata doce, beterraba, gengibre e mandioquinha salsa, provocando danos qualitativos nos produtos comercializados e causando expressivas perdas nos cultivos de alface, tomate, pimenta, pimentão e várias cucurbitáceas. Outros nematoides têm causado perdas, como *S. bradys* e *P. coffeae* no inhame, *Rotylenchulus reniformis* no coentro, *Ditylenchus dipsaci* na cultura do alho e *Pratylenchus* spp. nos cultivos de batata e mandioquinha salsa (3; 17; 22;). Na região do Alto Paranaíba (Minas Gerais), áreas infestadas com nematoide de galhas podem permanecer três a quatro anos sem serem cultivadas com cenoura, batata ou beterraba (13).

Frutíferas – A carência de assistência especializada e a desinformação dos produtores, tem resultado em grandes perdas em pomares por nematoides. O uso de áreas infestadas para a formação de pomares ou o plantio de mudas não certificadas levaram a graves problemas na fruticultura brasileira, como o caso de abandono de áreas de produção de goiaba infestadas por *M. enterolobii* no polo de produção de Petrolina, PE (4). Um segundo caso, foi o plantio do meloeiro e do mamoeiro no Rio Grande do Norte, em locais com longo histórico de cultivo do algodoeiro e cana-de-açúcar, respectivamente. As consequências têm sido altas incidências de *R. reniformis* e *M. incognita* que afetam significativamente as duas culturas (18). O nematoide cavernícola (*Radopholus similis*) continua causando perdas em bananais do Nordeste, Sudeste e Sul. Ainda não estão disponíveis cultivares comerciais com resistência a *R. similis*, assim como para outros nematoides que afetam a bananeira, como *Meloidogyne* spp., *P. coffeae*, *H. multicinctus* e *R. reniformis*. A produção de coco e dendê no Nordeste e na Amazônia sofre

pelo parasitismo do nematoide de parte aérea *Bursaphelenchus cocophilus* associado ao inseto vetor *Rhyncophorus palmarum*. No Brasil, a doença está presente nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, São Paulo, Sergipe, Pará, Amazonas e Mato Grosso (2; 24; 25). O nematoide *Tylenchulus semipenetrans* está amplamente distribuído em pomares de citros e outras frutíferas no Brasil (26). A morte precoce o pessegueiro e da ameixeira associada a *Mesocriconema xenoplax* continua sendo motivo de preocupação no Rio Grande do Sul (9).

Grãos – Os nematoide *Heterodera glycines* e *P. brachyurus* destacam-se como graves problemas para os cultivos de soja em todo o país, com sua ocorrência cada vez mais frequente. Ao contrário de *M. javanica*, *M. incognita* e *H. glycines* em que já existem cultivares de soja com resistência a várias raças do patógeno, estas ainda não estão disponíveis para *P. brachyurus* e *R. reniformis*. Recentemente foi comprovada a etiologia da doença “soja louca II” pelo parasita de parte aérea, *Aphelenchoides besseyi* (16). O cultivo de arroz vem sendo gravemente afetado pelo parasitismo de um complexo de espécies de *Meloidogyne* (20). Devido à crise hídrica nos últimos anos, os produtores vêm reduzido as lâminas de água na irrigação e isso tem favorecido uma maior dispersão desses nematoides nas áreas, a carência de fontes de resistência e a restrição ao uso de nematicidas químicos tem dificultado o manejo de áreas infestadas. Outros nematoides de ocorrência mais esporádica e localizada também se fazem presente em plantios de arroz, como *Aphelenchoides besseyi* e *Hirschmaniella oryzae*. Estima-se que as perdas em cafeeiros devido a nematoides sejam em torno de 20% no Brasil, sendo os principais nematoides: *M. incognita*, *M. exigua*, *M. paranaensis*, *P. coffeae*, *P. jaehni* e *P. brachyurus* (21).

Cana de açúcar e milho - Nas principais regiões produtoras de cana de açúcar os principais nematoides continuam sendo *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zae*. Em milho, *P. zae* e *P. brachyurus*, são os mais importantes, embora existam híbridos resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*, a maioria dos híbridos permitem a multiplicação desses nematoides.

Algodão - Na cultura do algodão *M. incognita* raças 3 e 4, *R. reniformis* e *P. brachyurus* são os nematoides mais importantes.

Reflexões acerca da Fitonematologia

Impulsionada pela importância dos nematoides na agricultura, a fitonematologia se estabeleceu e floresceu com ciência. A mesma vem sendo moldada com as circunstâncias que levam a avanços ou percalços nas ciências com as quais se estabelece suas fronteiras. A crise na taxonomia vem sendo remediada por ferramentas modernas que facilitam a diagnose, incluindo os métodos enzimáticos e moleculares. Os recursos de bioinformática aplicados aos estudos da genômica vêm proporcionando

avanços no entendimento dos fatores determinantes na interação planta-patógeno, com reflexos positivos nos programas de melhoramento genético de plantas. A impossibilidade de uso dos nematicidas mais eficientes vem sendo mitigada com o desenvolvimento de outras medidas de controle de cunho biotecnológico, como resistência genética, controle biológico, tecnologia de RNA interferente (RNAi), edição de genes via CRISPR/CAS9 e ferramentas da agricultura de precisão. A crescente importância desses organismos na agricultura por si garantirá o progresso da fitonematologia, por meio da capacitação de recursos humanos e dos investimentos em ciência e tecnologia, estando assim assegurado o sucesso do agronegócio. Por outro lado, para garantir a segurança alimentar da população mais vulnerável, todo e qualquer desenvolvimento da nematologia não é o suficiente sem que haja políticas públicas que viabilizem a chegada e aplicação desses conhecimentos à agricultura de subsistência.

Referências

1. Abd-Elgawad, M.M.M. & Askary, T.H. Impact of phytonematodes on agriculture economy. In: Askary, T.H. & Martinelli, P.R.P. 2015. Biocontrol agents of phytonematodes. CABI, Wallingford, UK. p. 3-49.
2. Araújo, J.C.A.; Araújo, A.E.; Santos, Á.F. 1998. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* e a associação com o *Bursaphelenchus cocophilus* em dendezeiro no Estado do Amazonas. Fitopatologia Brasileira 23(1):23-26.
3. Bridge, J. & Starr, J.L. 2007. Plant nematodes of agricultural importance. Manson Publishing Ltd, London, UK, Manson Publishing Ltd. 152p. 2007.
4. Carneiro, R.M.D.G.; Moreira, W.A.; Almeida, M.R.A.; Gomes, A.C.M. M. 2001. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. Nematologia Brasileira 25(2):223-228.
5. Carter, W. 1943. A promising new soil amendment and disinfectant. Science 97:383-384.
6. CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2018. Visão geral do agronegócio. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/>. 2018
7. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Acompanhamento da safra brasileira grãos, v. 7 Safra 2017/18 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-139.
8. FAO (Food and Agricultural Organization). 2010. Undernourishment around de world in 2010. In: The state of food insecurity in the world 2010. Available from: www.faostat.fao.org.
9. Gomes, C.B.; Carvalho, F.L.C.; Casagrande Júnior, J.G.; Radman, E.B. 2010. Avaliação do potencial de coberturas verdes e de sistemas de rotações de cultura na supressão do nematoide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) em pré-plantio ao pessegueiro. Revista Brasileira de Fruticultura 32:74-81.
10. Hassan, M.A.; Pham, T.H., Shi, H. & Zheng, J. 2013. Nematodes threats to global food security. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 63(5):420-425).
11. Jones, J.T; Haegeman, A.; Danchin, E.G.J.; Gaur, H.S.; Helder, J.; Jones, M.G.K.; Kikuchi, T.; Manzanilla-Lopez; Palomares-Rius, J.E.; Wesemael, W.M.L. & Perry, R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 14(9): 946-961.
12. Jorge Junior, A.S. 2016. Espécies de *Meloidogyne* em hortaliças e outras culturas provenientes de áreas periurbanas da África subsaariana. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, DF. 89p.

13. Lopes, E. A. & Ferraz, S. 2016. Importância dos fitonematoides na agricultura. In: Oliveira, C.M.G.; Santos, M.A. & Castro, L.H.S. (eds). Diagnóstico de fitonematoides. Ed. Millenium, Campinas, SP. p. 1-13.
14. Luc, M. Sikora, R.A. & Bridge, J. 2005. Plant parasitic nematodes in sub-tropical and tropical agriculture. CAB International Bioscience, Egham, UK. p.45-115.
15. Machado, A.C.Z. 2015. Ataques de nematoides custam R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. Revista Agrícola. Disponível em: <http://www.ragricola.com.br/destaque/ataques-de-nematoides-custam-r-35-bilhoes-ao-agronegocio-brasileiro>.
16. Meyer, M.C. & Favoreto, L.; Klepker, D.; Marcelino-Guimarães & Francismar, C. 2017. Soybean green stem and foliar retention syndrome caused by *Aphelenchoides besseyi*. Tropical Plant Pathology 42:403-409.
17. Moura, R.M. & Monteiro, A.R. 1995. *Pratylenchus coffeae* on yams in Brazil. Fitopatol. Bras. 20 (2): 256.
18. Moura, R.M. & Torres, G.R.C. 2004. Os fitonematóides na fruticultura irrigada do Nordeste: desafio a ser enfrentado. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica 1:40-44.
19. Moura, R.M. & Maranhão, S.R.V.L. 2004. Dados históricos e projeções futuras sobre a fitonematologia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica 1: 47-68.
20. Negretti, R.R.; Gomes, C.B.; Mattos, V.S.; Somavilla, L.; Manica-Berto, R.; Agostinetto, D.; Castagnone-Sereno, P. & Carneiro, R.M.D.G. 2017. Characterisation of a *Meloidogyne* species complex parasitising rice in southern Brazil. Nematology 19:403-412.
21. Oliveira, C.M.G. & Osório Rosa, J.M. 2018. Nematoides parasitos do cafeeiro. Boletim Técnico do Instituto Biológico de São Paulo, SP., n. 32, p. 1-28.
22. Pinheiro, J. B. 2017. Nematoides em hortaliças Brasília, DF, Embrapa, 194p.
23. Sasser, J. N., & Freckman, D. W. 1987. A world perspective on nematology: the role of the society. In: Veech, J.A & Dickson, D.W. (eds). Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Maryland, Society of Nematologists, p. 7-14.
24. Silva, C.M.; Macambira, L.C.; Mercês, E.P.R.; Silva, G.B.; Lins, P.M.P. & Carvalho, E.A. 2016. Distribuição espacial do anel vermelho (*Bursaphelenchus cocophilus*) e da resinose (*Thielaviopsis paradoxa*) em coqueiro. Agrária 11(3):192-197.
25. Souza, N.S. 2003. Anel vermelho do coqueiro no Estado de Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2003, Uberlândia-MG. Fitopatologia Brasileira 28: S258-S258.
26. Stefanelo, D.R.; Cares, J.E. 2016. Gênero *Tylenchulus*. In: Oliveira, C.M.G.; Santos, M.A.; Castro, L.H.S. (eds). Diagnóstico de fitonematoides. 1ed. Editora Millenium, Campinas, SP. p. 209-219.
27. Taylor, A.L. & McBeth, C.W. 1941. A practical method of using methyl bromide as a nematicide in the field. Proceedings Helminthological Society Washington 8:26-28.