

Primeiro Registro de *Meloidogyne mayaguensis* Parasitando Plantas de Tomate e Pimentão Resistentes à Meloidoginose no Estado de São Paulo

REGINA M. D. G. CARNEIRO¹, MARIA RITTA ALVES ALMEIDA¹, RENATO SOUZA BRAGA²,
CESAR AUGUSTO DE ALMEIDA² & RICARDO GIORIA²

¹ EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia, C.P.02372, 70849-970 Brasília, DF.

² Sakata Seed Sudamerica Ltda., CP 427, CEP 12906-840, Bragança Paulista, SP, Brasil

E-mail: recar@cenargen.embrapa.br

Recebido para publicação em 30/09/2005. Aceito em 14/03 /2006

Resumo - Carneiro, R.M.D.G; M. R. A Almeida; R. S. Braga; C.A. Almeida & R. Gioria. 2006. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de pimentão e tomate resistentes à meloidoginose no Estado de São Paulo.

Meloidogyne mayaguensis foi detectado pela primeira vez no Estado de São Paulo parasitando o porta-enxerto de pimentão 'Silver' e tomateiros resistentes à meloidoginose (cv. Andrea e Débora). Esse nematóide vem causando perdas nessas culturas nos municípios de Pirajúí, Santa Cruz do Rio Pardo, Reginópolis e Campos Novos Paulista. Plantas infectadas apresentaram aspecto clorótico, diminuição no crescimento e uma conseqüente redução na qualidade e quantidade de frutos. Sistemas radiculares severamente infectados pelo nematóide apresentavam pobre desenvolvimento e deformações, pela presença de um grande número de galhas e ausência de raízes finas. *M. mayaguensis* é provavelmente nativo do Estado de São Paulo e vem sendo disseminado entre os produtores da região por implementos agrícolas. O nematóide foi caracterizado e identificado usando-se o fenótipo da isoenzima esterase (Est) (Est M2, Rm: 0,7 e 0,9).

Palavras-chave: nematóide de galhas, detecção, caracterização, isoenzima esterase, resistência.

Summary - Carneiro, R.M.D.G; M. R. A Almeida; R. S. Braga; C.A. Almeida & R. Gioria. 2006. First record of *Meloidogyne mayaguensis* parasitising resistant root-knot nematode pepper and tomato plants in São Paulo State, Brazil.

The root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* was reported for the first time in São Paulo State, Brasil, parasitizing resistant pepper, rootstock 'Silver' and resistant tomato plants (cv. Andrea and Débora) in the State of São Paulo. This nematode was reported as the causal agent of crop losses in the municipalities of Pirajúí, Santa Cruz do Rio Pardo, Reginópolis and Campos Novos Paulista. Plants infested by the nematode are chlorotic, and had a reduction in plant growth, and a consequent decline in yield quality and quantity. Severely infested root systems were poorly developed, distorted by multiple galls and devoid of fine roots. The nematode is probably indigenous to São Paulo State and is spreading with planting materials. *M. mayaguensis* was characterized and identified using esterase (Est) isozyme phenotype (Est M2, Rm: 0.7 e 0.9).

Keywords: root-knot nematode, detection, characterization, isozyme esterase, resistance.

Introdução

Solanáceas, especialmente plantas de pimenta e pimentão (*Capsicum* spp) e tomate (*Lycopersicon* spp.) constituem as olerícolas mais cultivadas no mundo (FAO, 1996), sendo altamente susceptíveis aos nematóides causadores de galhas

(*Meloidogyne* spp.). A resistência a esses endoparasitas obrigatórios é de grande importância econômica, por reduzirem drasticamente a produção de cultivares susceptíveis (Lindsey & Clayshulte, 1982; Fery & Dukes, 1984; Thies *et al.*, 1997).

A resistência genética aos nematóides do gênero *Meloidogyne* é uma das formas mais eficiente, econômica e de

menor impacto ambiental no controle desse endoparasita. (Pegard *et al.*, 2005). A resistência ao nematóide de galhas foi identificada há mais de 50 anos em um acesso (PI 128657) de um tomateiro selvagem *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill (Watts, 1947). O gene dominante *Mi*, presente nesse tomateiro, conferiu resistência a *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. javanica* (Gilbert & McGuire, 1956). Muitos programas de melhoramento usaram essa fonte de resistência genética e o gene *Mi* foi clonado (Milligan *et al.*, 1998). Entretanto, esse gene tem um pequeno efeito sobre *M. hapla* (Roberts & Thomason, 1989) e sobre alguns isolados virulentos de *M. incognita* e *M. arenaria*, não sendo efetivo em temperaturas acima de 28° C (Roberts & Thomason, 1986; Robersts *et al.*, 1990).

Em plantas de pimentões e pimentas (*Capsicum* spp.), as pesquisas, visando resistência ao nematóide de galhas, têm sido realizadas desde 1956. Nesse ano, Hare testou uma coleção de 162 acessos a *M. incognita acrita*. Quatro variedades de pimentas com frutos pequenos foram classificadas como altamente resistentes e 14 como moderadamente resistentes. Um gene de resistência para *M. incognita acrita*, denominado *N* foi identificado em *C. frutescens* L., linhagem Santanka XL. Esse gene apresentou eficiência variável e limitada a certas espécies de *Meloidogyne*, quando foi transferido para cultivares suscetíveis (Hare, 1956). Posteriormente Di Vito e Sacardo (1979) e Di Vito *et al.* (1992) detectaram alto nível de resistência ao nematóide de galhas em algumas linhagens de *C. chacoensis* Hunz, *C. chinense* Jacq e *C. frutescens*. Hendy *et al.* (1985) demonstraram que duas linhagens de *Capsicum* (PM217 e PM687) foram resistentes ao nematóide das galhas e identificaram a existência de pelo menos cinco genes dominantes, todos atuando individualmente numa interação gene a gene. Esses resultados foram posteriormente confirmados, sendo encontrados outros genes conferindo resistência (Djian - Capotalino *et al.* 2001). Alguns foram altamente específicos, enquanto outros (*Me1* em PM217 e *Me3* em PM687) foram efetivos a *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* e certas populações de *M. hapla* (Djian - Capotalino *et al.*, 1999). De uma maneira geral, um considerável número de genes individuais dominantes, como os *N* (Thies & Fery, 2000), *Me1* (Berthou *et al.*, 2003), *Me3* (Djan- Caporalino *et al.*, 1999), *Me4* (Djan-Caporalino *et al.*, 2001) e *Me7* (Pegard *et al.*, 2005) estão presentes em *Capsicum annuum* L. Outros estudos demonstraram também que os genes *Me 3* e *Me 4* conferiram resistência termoestável a *Meloidogyne* spp., em estudos realizados em intervalos de temperatura de 32° e 42° C (Djan-Caporalino *et al.*, 1999 e 2001).

Atualmente, no mercado brasileiro encontra-se , com resistência a *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4 e a *M. javanica*, apenas um híbrido intraespecífico de pimentão (*C. annuum*), denominado porta-enxerto 'Silver' (Braga *et al.*, 2004), cujo genes e mecanismos de resistência são ainda desconhecidos. Enquanto, em plantas de pimentão o número de híbridos com resistência a espécies de nematóides de galhas ainda é restrito, em tomateiro, existe elevado número de híbridos comerciais, a grande maioria portadoras do gene *Mi*.

Meloidogyne mayaguensis Rammah & Hirschmann, 1988 foi assinalada pela primeira vez no Brasil em Petrolina (PE) e Curaçá e Maniçoba (BA), causando danos severos em plantios comerciais de goiabeira (Carneiro *et al.*, 2001). Nessa região, já ocorreu uma redução da área plantada com goiaba de 6000 há, no ano 2000, para 2500, em 2003, ou seja, uma redução de mais de 50 % da produção de goiaba (W. Moreira, informação pessoal). Recentemente, essa espécie foi detectada em mais dois Estados do Nordeste, Rio Grande do Norte (Município de Touros) e Ceará (Município de Limoeiro do Norte) em goiabeira, havendo grandes indícios da introdução nesses estados por meio de mudas contaminadas, provenientes da região de Petrolina (Torres *et al.*, 2004, 2005). Infestações de *M. mayaguensis* em goiabeiras cv. Paluma com dois anos de idade foram detectadas também no Rio de Janeiro (Pimentel, J.P. informação pessoal), e a dispersão, nesse Estado foi registrada por Lima *et al.* (2003). Essa espécie foi detectada em áreas nativas de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro (Lima *et al.*, 2005), sugerindo-se que esse nematóide não tenha sido introduzido no Brasil proveniente de outros países, como havia sido cogitado por ocasião da sua detecção (Carneiro *et al.*, 2001). Trata-se de uma espécie disseminada em vários países africanos: Mali, Senegal, África do Sul, Costa do Marfim e Burkina Faso. Nas Américas, além do Brasil, ocorre também em Trinidad e Tobago, Cuba, Martinica, Porto Rico e EUA continental (Carneiro, 2003).

Meloidogyne mayaguensis é polífaga, pois além da goiabeira parasita várias olerícolas, ornamentais, fumo, soja, café, mamão, acerola e araçá (Maranhão, 2001; Lima *et al.*, 2003, Guimarães *et al.* 2003). Populações de *M. mayaguensis* têm atacado plantas resistentes a outras espécies de *Meloidogyne*, como o tomate Rossol (gene *Mi*), a soja cv. Forest, e a batata doce cv. CDH no Oeste da África (Fargette, 1987).

O presente trabalho teve por objetivo fazer um levantamento em propriedades onde ocorreu a meloidoginose em cultivares resistentes de tomateiro e pimentões, no Estado de São Paulo e, conseqüentemente, fazer o primeiro registro de *M. mayaguensis* parasitando essas plantas nesse Estado.

Material e Métodos

Amostras de raízes de plantas de pimentão (Porta enxerto 'Silver' e 'Magali R') e tomateiros ('Débora' e 'Andrea') provenientes de olericultores de municípios do Estado de São Paulo (Tabela 1) foram enviadas pela Sakata Seed Sudamerica LTDA ao laboratório de Nematologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essas raízes apresentavam sintomas graves de meloidoginose. A partir das raízes contaminadas, foram extraídas 40 fêmeas por amostra que foram estudadas quanto aos perfis das esterases (Est). Eletroforeses foram realizadas em géis a 7% de poliacrilamida, usando-se a técnica proposta por Carneiro & Almeida, 2001.

Resultados e Discussão

Observações realizadas a campo, em plantas de pimentão

'Silver', mais velhas, mostraram um grande número de galhas e necroses radiculares, ocorrendo uma diminuição drástica das raízes secundárias (Fig. 1A). As raízes de tomateiro mais novas, apresentaram galhas individualizadas, lembrando contas de um terço, sintoma típico de *M. mayaguensis*, em tomateiros mais jovens (Fig. 1B). Os sintomas da parte aérea, nas duas culturas, foram de murcha acentuada (Fig. 1C), nas horas mais quentes do dia, clorose e desenvolvimento reduzido em plantas mais jovens.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados de oito análises, efetuadas nas amostras provenientes de quatro municípios. As análises dos perfis enzimáticos de todas as amostras revelaram o fenótipo de esterase (Est M2), com duas bandas principais (Rm: 0,7 e 0,9) e duas bandas secundárias (Rm: 0,75, 0,95) (Fig. 2). Esse fenótipo foi caracterizado, anteriormente, por Carneiro *et al.* (2000, 2001 a), como típico de *M. mayaguensis*. Dessa maneira, foi observada a presença de *M. mayaguensis* em todas as amostras analisadas: nos híbridos resistentes de

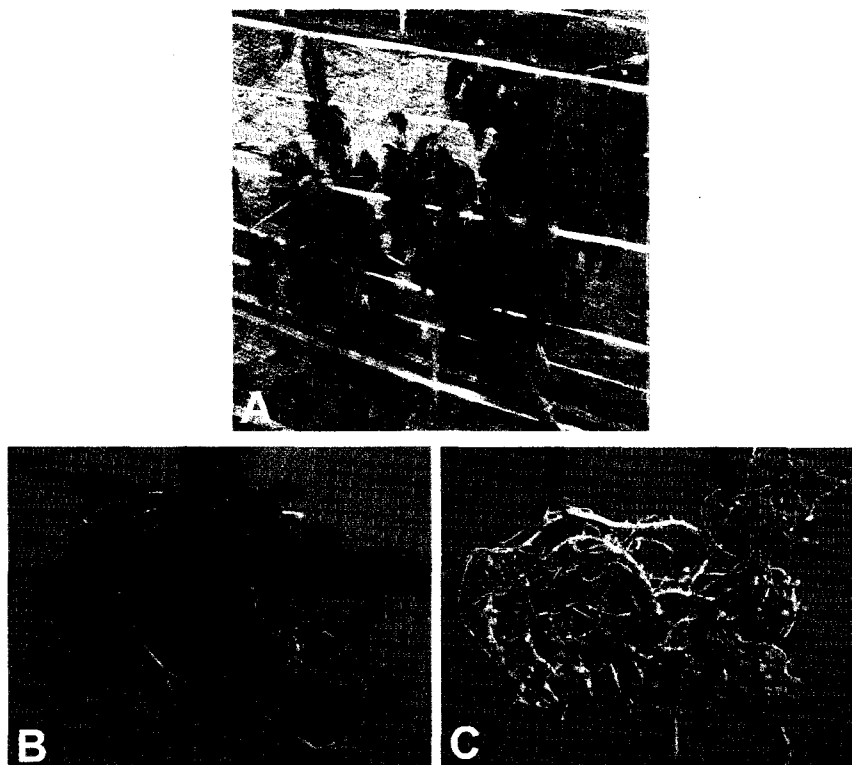


Figura 1. Sintomas causados por *Meloidogyne mayaguensis* em plantas de pimentão e tomate portadoras de genes de resistência. A: sintomas de murcha em plantas de pimentão Rúbia R., enxertado em 'Silver', Pirajuí, São Paulo. B: galhas em raízes do porta enxerto resistente 'Silver'. C: galhas em raízes novas de tomateiro resistente 'Andrea'.

Material e Métodos

Amostras de raízes de plantas de pimentão (Porta enxerto 'Silver' e 'Magali R') e tomateiros ('Débora' e 'Andrea') provenientes de olericultores de municípios do Estado de São Paulo (Tabela 1) foram enviadas pela Sakata Seed Sudamerica LTDA ao laboratório de Nematologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essas raízes apresentavam sintomas graves de meloidoginose. A partir das raízes contaminadas, foram extraídas 40 fêmeas por amostra que foram estudadas quanto aos perfis das esterases (Est). Eletroforeses foram realizadas em géis a 7% de poliacrilamida, usando-se a técnica proposta por Carneiro & Almeida, 2001.

Resultados e Discussão

Observações realizadas a campo, em plantas de pimentão

'Silver', mais velhas, mostraram um grande número de galhas e necroses radiculares, ocorrendo uma diminuição drástica das raízes secundárias (Fig. 1A). As raízes de tomateiro mais novas, apresentaram galhas individualizadas, lembrando contas de um terço, sintoma típico de *M. mayaguensis*, em tomateiros mais jovens (Fig. 1B). Os sintomas da parte aérea, nas duas culturas, foram de murcha acentuada (Fig. 1C), nas horas mais quentes do dia, clorose e desenvolvimento reduzido em plantas mais jovens.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados de oito análises, efetuadas nas amostras provenientes de quatro municípios. As análises dos perfis enzimáticos de todas as amostras revelaram o fenótipo de esterase (Est M2), com duas bandas principais (Rm: 0,7 e 0,9) e duas bandas secundárias (Rm: 0,75, 0,95) (Fig. 2). Esse fenótipo foi caracterizado, anteriormente, por Carneiro *et al.* (2000, 2001 a), como típico de *M. mayaguensis*. Dessa maneira, foi observada a presença de *M. mayaguensis* em todas as amostras analisadas: nos híbridos resistentes de

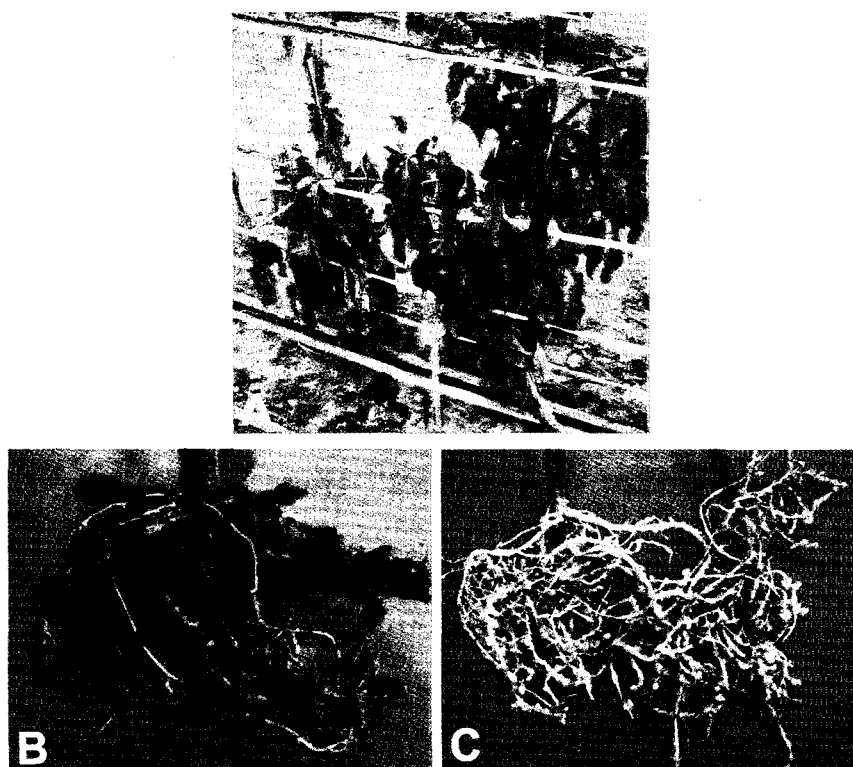


Figura 1. Sintomas causados por *Meloidogyne mayaguensis* em plantas de pimentão e tomate portadoras de genes de resistência. A: sintomas de murcha em plantas de pimentão Rúbia R., enxertado em 'Silver', Pirajuí, São Paulo. B: galhas em raízes do porta enxerto resistente 'Silver'. C: galhas em raízes novas de tomateiro resistente 'Andrea'.

tomateiro ('Débora' e 'Andrea') e no porta-enxerto resistente de pimentão 'Silver' e no híbrido suscetível de pimentão 'Magali R'.

A infecção por *M. mayaguensis* em plantas como tomate e pimentão, portadoras de genes de resistência a meloidoginose, já foram observadas anteriormente. Fargette (1987) relatou no Oeste da África a infecção do tomateiro 'Rossol' portador do gene *Mi* e do pimentão suscetível ('California Wonder'). Brito *et al.* (2004) observaram, na Flórida (EUA), em condições de casa de vegetação, alta taxa de reprodução e formação de galhas oriundas da infecção por *M. mayaguensis*, em tomateiros portadores de gene *Mi* (BHN 543, BHN 585, BHN 586 e 'Sanibel'), e, em pimentões com gene de resistência N, conhecido como 'Charleston Bell' e, com genes ainda não descritos: material 9913/2, Sais 97.9001 e Sais 97.9008. Guimarães *et al.* (2003) observaram que ao inocular plantas do cultivar de tomate Viradouro (portador do gene *Mi*), com 6.000 ovos e juvenis de

M. mayaguensis, essas plantas comportaram-se como suscetíveis, sendo observado o desenvolvimento pós-infecção do nematóide no interior das raízes, 45 dias após a inoculação. Seleções de acessos de *Capsicum* spp., realizadas no banco de germoplasma do INRA (Montfavet, França), não detectaram nenhuma fonte de resistência a *M. mayaguensis* (C. Djian-Caporalino, informação pessoal.).

Este é o primeiro registro em São Paulo e no Brasil de *M. mayaguensis* ocorrendo em condições de campo, em áreas com plantas de tomate e pimentão portadoras de genes de resistência. Não há evidências de introduções de mudas contaminadas provenientes de outras regiões do país nos municípios paulistas, anteriormente citados. Há suspeitas de uma ocorrência natural do nematóide, como foi previamente relatado por Lima *et al.* (2005), e, posterior disseminação por implementos agrícolas, visto que, áreas relativamente distantes de um mesmo produtor estavam infestadas pelo parasita. É

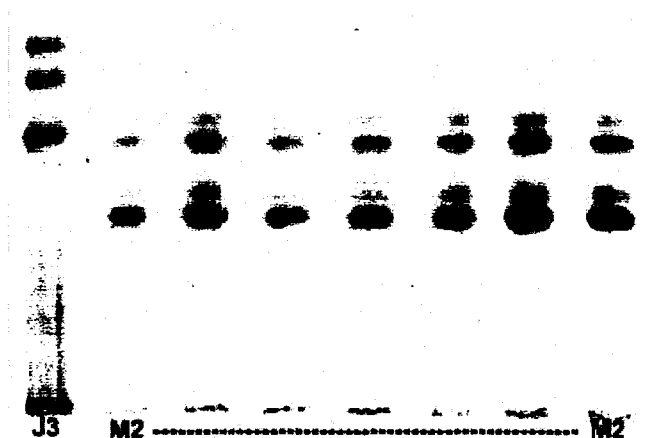


Figura 2. Fenótipo de esterase (Est) de *Meloidogyne mayaguensis* (Est M2) e *M. javanica* (Est J3), utilizada como referência.

Tabela 1: Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* no Estado de São Paulo

Amostras/Localidade	Cultura	Variedade	Genes de resistência
Pirajuí	Pimentão	Silver	desconhecido
Santa Cruz do Rio Pardo	Pimentão	Magali R	ausente
Santa Cruz do Rio Pardo	Pimentão	Silver	desconhecido
Reginópolis	Tomate	Andrea	Mi
Reginópolis	Tomate	Débora	Mi
Reginópolis	Pimentão	Silver	desconhecido
Reginópolis	Pimentão	Silver	desconhecido
Campos Novos Paulistas	Pimentão	Silver	desconhecido

bem provável que *M. mayaguensis* esteja presente nessas áreas, há muito tempo, e que sua presença tenha sido diagnosticada apenas após a introdução de cultivares resistentes a *Meloidogyne* spp., que, exigiram análise mais apurada. Isso se deve à metodologia de detecção utilizada anteriormente (padrão da região perineal) e à grande variabilidade desses padrões em *M. mayaguensis* e, sobretudo, à alta similaridade desses padrões aos de *M. incognita* (Carneiro *et al.*, 2001; Brito *et al.*, 2004).

Literatura Citada

- BERTHOU, F.; A. PALLOIX & D. MUGNIÉRY. 2003. Characterization of virulence in populations of *Meloidogyne chitwoodi* and evidence for a resistance gene in pepper *Capsicum annuum* L. line PM 217. *Nematology*, 5(3):383-390.
- BRAGA, R.; D.R.R. NUNES; C.A. ALMEIDA; V.P. BOM; R. GIORIA; H.S. SANTOS & R. GOTO. 2004 a. Avaliação de porta enxertos de pimentão para o controle de nematóides em cultivos sob ambiente protegido. In: 44º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2004. Horticultura Brasileira, 22: 445.
- BRITO, J.; J. STANLEY; R. CETINTAS; T. POWES; R. INSERRA; G. McAVOY; M. MENDES; B. CROW & D. DICKSON. 2004 b. *Meloidogyne mayaguensis* a new plant nematode species, poses threat for vegetable production in Florida. In 2004 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. California.
- BRITO, J.A.T.; O. POWERS; P.G. MULLIN; R.N.INSERRA & D.W. DICKSON. 2004 Morphological and molecular characterization of *Meloidogyne mayaguensis* from Florida. *Journal of Nematology*, 36 (3): 232-240.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; M.R.A. ALMEIDA & P. QUÉNÉHERVÉ. 2000. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. isolates. *Nematology*, 2 (6):645-654.
- CARNEIRO, R.M.D.G. & M.R.A. ALMEIDA. 2001a. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira*, 25 (1):35-44.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; W.A. MOREIRA; M.R.A. ALMEIDA; A.C.M.M.GOMES. 2001b. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira* 25 (2): 223-228.
- CARNEIRO, R.M.D.G. 2003. Uma visão mundial sobre a ocorrência e patogenicidade de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e outras culturas. *Nematologia Brasileira*, 27 (2): 229-230.
- DI VITO, M. & F. SACARDO (1979). Resistance of *Capsicum* species to *Meloidogyne incognita*. In : Lamberti, F. & E.E. Taylor (eds). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.): Systematics, Biology and Control. Academic Press, London, p. 455-456.
- DI VITO, M.; F. SACCARDO; A. ERRICO; G. ZACCHEO & F. CATALANO. 1992. Genetic of resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in *Capsicum chacoense*, *C. chinense* and *C. frutescens*. VIIIth Meeting "Genetics and Breeding on *Capsicum* and Eggplant, Rome, Italy, 7-10 September, p. 205-209.
- DIJAN-CAPORALINO, C.; L. PIJAROWSKI; A. FAZARI; M. SAMSON; L. GAVEAUL; C. O'BYRNE; V. LEFEBVRE; C. CARANTA; A. PALLOIX & P. ABAD. 2001. High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci *Me3* and *Me4* conferring heat-stable resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Theoretical and Applied Genetics*, 103(4):592-600.
- DIJAN-CAPORALINO, C.; L. PIJAROWSKI; A. JANUEL; V. LEFEBVRE; A. DAUBEZE; A. PALLOIX; A. DALMASSO & P. ABAD. 1999. Spectrum of resistance to root-knot nematode and inheritance of heat-stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99(3-4):496-502.
- FAO. 1996. 1995 FAO production yearbook. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. 49: 129-138.
- FARGETTE, M. 1987. Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterization. *Revue de Nématologie*, 10:45-56.
- FERY, R.L. & P.D. DUKES. 1984. Southern root-knot nematode of pepper. Studies on value of resistance (abstract). *Hort Science*, 19:211.
- GILBERT, J. C. & D. C. MCGUIRE. 1956. Inheritance of resistance to severe rootknot from *M. incognita* in commercial-type tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 68:437-442.

- GILBERT, J.C. & D.C. MCGUIRRE. 1956. Inheritance of resistance to severe root-knot from *Meloidogyne incognita* in commercial-type tomatoes. Proceedings of American Society of Horticultural Science, 68:437-442.
- GUIMARÃES, L.M.P.; R.M. MOURA & E.M.R. PEDROSA. 2003. Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. Nematologia Brasileira, 27(2):139-147.
- HARE, W.W. (1956). Resistance in pepper to *Meloidogyne incognita* acrita. Phytopathology, 46:98-104.
- HENDY, H.; A. DALMASSO & C. CARDIN (1985). Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. Nematologica, 31:72-78.
- LIMA, I. M.; C. DOLINSKI; R.M. SOUZA. 2003. Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiaba de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. Nematologia Brasileira, 27(2):257-258 (resumos)
- LIMA, I.M.; R.M. SOUZA; C.P. SILVA & R.M.D.G. CARNEIRO. 2005. *Meloidogyne* spp. from preserved areas of Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. Nematologia Brasileira, 29(1):31-38.
- LINDSEY, D.L. & M.S. CLAYSHULTE. 1982. Influence of initial population densities of *Meloidogyne incognita* on three chilli cultivars. Journal of Nematology, 14:353-358.
- MARANHÃO, S.R. 2001. Reação de indivíduos segregantes de goiabeira e araçazeiro a *Meloidogyne* spp. e caracterização de populações atípicas do nematóide. Recife, 2001. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal Rural de Pernambuco. 96p
- MILLIGAN, S.B.I.; J. BODEAU; J. YAGHOUBI; I. KALOSHIAN; P. ZABEL & V.M. WILLIAMSON. 1998. The root-knot nematode resistance gene Mi from tomato is a member of the leucine-zipper nucleotid-binding, leucine-rich repeat family of plant genes. Plant Cell, 10: 1307-1319.
- PEGARD, A.; G. BRIZZARD; A. FAZARI; O. SOUCAZE; P. ABAD & C. DIJAN-CAPORALINO. 2005. Histological species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. Phytopathology, 95(2):158-165.
- RAMMAH, A. & HIRSCHMANN, H. 1988. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae) a root-knot nematode from Puerto Rico. Journal of Nematology, 20:58-69.
- ROBERTS, P.A. & I.J. THOMASON. 1986. Variability in reproduction of isolates of *M. incognita* and *M. javanica* on resistant tomato genotypes. Plant Disease 70: 547-551.
- ROBERTS, P.A. & I.J. THOMASON. 1989. A review of variability in four *Meloidogyne* spp. measured by reproduction on several hosts including *Lycopersicon*. Agricultural Zoological Review, 3:225-252.
- ROBERTS, P.A.; A. DALMASSO; G.B. CAP & P. CASTAGNONE-SERENO. 1990. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of Mi gene compatible *Meloidogyne* populations. Journal of Nematology, 22:585-589.
- THIES, J.A.; J.D. MULLER & R.L. FERRY. 1997. Effectiveness of resistance to southern root-knot nematode in ‘Carolina Cayenne’ pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouse, microplots, and field tests. Journal of American Society of Horticultural Science, 122: 2000-2004.
- THIES, J.A. & R.L., FERRY. 2000. Characterization of resistance conferred by N gene to *Meloidogyne arenaria* race 1 and 2, *M. hapla*, and *M. javanica* in two sets of isogenic lines of *Capsicum annuum* L. Journal of American Society of Horticultural Science., 125:71-75.
- TORRES, G.R.C.; V.N. COVELLO; R. SALES JÚNIOR; E.M.R. PEDROSA & R.M. MOURA. 2004. *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. Fitopatologia Brasileira, 29:570.
- TORRES, G.R.C.; R. SALES JÚNIOR; V.N.C. REHN; E.M.R. PEDROSA & R.M. MOURA. 2005. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Ceará. Nematologia Brasileira, 29(1):105-107.