



Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde

Juliana M.O. Rosa, Juliana N. Westerich & Silvia Renata S. Wilcken

Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Cx. Postal 237, 18610-307, Botucatu, SP, Brazil

Autor para correspondência: Juliana M.O. Rosa, email: julianamagrinielli@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar o fator de reprodução de *Meloidogyne javanica* nas olerícolas alho poró (*Allium porrum*), cebolinha (*A. schoenoprasum*), coentro (*Coriandrum sativum*), salsa (*Petroselinum crispum*), beterraba (*Beta vulgaris*), cenoura (*Daucus carota*), rabanete (*Raphanus sativus*), brócolis, couve flor e repolho (*Brassica* spp.), alface (*Lactuca sativa*), pimentão e pimenta (*Capsicum* spp.), e em plantas de adubação verde *Cajanus cajan*, *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. mucronata*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Dolichos lalab*, *Helianthus annuus*, *Lolium multiflorum*, *M. aterrima*, *M. cinereum*, *Mucuna deeringiana*, *Pennisetum glaucum* e *Raphanus sativus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação durante 60 dias. A infestação do substrato foi realizada com 5.000 ovos e juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento. As plantas imunes a *M. javanica* foram: salsa graúda ‘Portuguesa’, os brócolis ‘Bruxelas’ e ‘Tronchuda Portuguesa’, as pimentas ‘Dedo de Moça’, ‘Malagueta’, ‘Doce Italiana’, ‘Jalapeño M’, ‘Amarela Comprida’ e ‘Cambuci’, os pimentões ‘Dagmar’, ‘Casca Dura Ikeda’, ‘Magna Super’ e os porta enxertos para pimentão ‘Silver’ e ‘AF 8253’. As plantas resistentes a *M. javanica* foram: alface ‘Roxa’, cebolinhas ‘Tokyo’ e ‘Nebuka’, alho ‘Poró Gigante’, salsa ‘Lisa Comum’, brócolis ‘Brasília’, azevém, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *C. breviflora*, girassol ‘Uruguai’, guandu anão, milho preto e mucuna preta.

Palavras-chave: nematoides das galhas, olerícolas, resistência, suscetibilidade.

ABSTRACT

Meloidogyne javanica reproduction on vegetable crops and plants used as green manure

The goal of this work was to determine the *Meloidogyne javanica* reproduction factor on vegetable crops (*Allium porrum*, *A. schoenoprasum*, *Beta vulgaris*, *Brassica* spp., *Capsicum* spp., *Coriandrum sativum*, *Daucus carota*, *Lactuca sativa*, *Petroselinum crispum* and *Raphanus sativus*) and on plants used as green manure (*Cajanus cajan*, *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. mucronata*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Dolichos lalab*, *Helianthus annuus*, *Lolium multiflorum*, *M. aterrima*, *M. cinereum*, *Mucuna deeringiana*, *Pennisetum glaucum* and *Raphanus sativus*). The experiments were carried out in a greenhouse during 60 days. The substrate infestation was made with 5,000 eggs and possible second stage juveniles of *M. javanica*. The immune plants to *M. javanica* were: *P. crispum* ‘Portuguesa’, *Brassica* spp. ‘Bruxelas’ and ‘Tronchuda Portuguesa’, *Capsicum* spp. ‘Dedo de Moça’, ‘Malagueta’, ‘Doce Italiana’, ‘Jalapeño M’, ‘Amarela Comprida’, ‘Cambuci’, ‘Dagmar’, ‘Casca Dura Ikeda’, ‘Magna Super’, ‘Silver’ and ‘AF 8253’. The resistant plants were: *L. sativa* ‘Roxa’, *A. schoenoprasum* ‘Tokyo’ and ‘Nebuka’, *A. porrum* ‘Poró Gigante’, *P. crispum* ‘Lisa Comum’, *D. carota* ‘Brasília’, *L. multiflorum*, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *C. breviflora*, *H. annuus* ‘Uruguai’, *C. cajan* ‘Iapar 43’, *P. glaucum* and *M. aterrima*.

Key words: resistance, root-knot nematodes, susceptibility, vegetable crops.

INTRODUÇÃO

A produtividade das olerícolas está relacionada com fatores ambientais, incluindo os relacionados com fitossanidade, estrutura do solo e teores de nutrientes disponíveis para a planta. Entre os problemas de importância fitossanitária existentes no cultivo de olerícolas estão os causados por nematoides. O gênero *Meloidogyne* constitui

o grupo de nematoides fitoparasitos mais importante para as olerícolas, devido à sua ampla distribuição em todo país, polifagia e à diferença biológica ligada ao parasitismo entre populações da mesma espécie (Pimenta & Carneiro, 2005). A determinação de algumas dessas raças já vem sendo bastante estudada e difundida, como no caso das raças expressas pela espécie *M. incognita*; entretanto, no caso de *M. javanica*, apesar de estudos que demonstram a determinação de raças (Rammah & Hirschmann, 1990; Carneiro et al., 2003; Robertson & Díez-Rojo, 2009), essa classificação ainda causa alguma controvérsia. Assim sendo, tais fatores vêm dificultando a implementação de

Parte da Tese de Doutorado da primeira autora. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu SP, 2010.

programas de resistência varietal e rotação de culturas, que são as medidas de controle de *Meloidogyne* mais eficientes e viáveis em nossas condições (Pimenta & Carneiro, 2005).

As ocorrências de *Meloidogyne*, comuns em áreas destinadas ao cultivo de olerícolas, vêm sendo responsáveis por perdas econômicas causadas pela queda de produtividade em razão dos danos no sistema radicular, os quais dificultam a absorção de água e nutrientes, ou até por danos diretos em raízes comestíveis e tubérculos (Charchar et al., 2008). Segundo Oliveira (2007), os danos em olerícolas podem ser expressos pela redução de produção ou então pela depreciação da qualidade do produto a ser comercializado, como por exemplo, em cenouras com sintomas de digitamento ou tubérculos de batata exibindo galhas.

Entre as principais espécies de nematoides encontradas em áreas destinadas à produção das olerícolas estão *M. incognita* e *M. javanica*. Essas espécies podem ser encontradas concomitantemente ou separadas e causam, muitas vezes, prejuízos a essas culturas. Segundo Huang (1992), entre as culturas mais suscetíveis encontram-se quiabo, berinjela, tomate, abóbora e batata. Em estudo realizado por Koenning et al. (1999), foram relatados danos causados por *Meloidogyne* spp. de 3 a 5% em alface, 5 a 7% em brócolis, 1 a 5% em cebolas, 1 a 5% em cenouras e de até 10% em couve-flor e em batata-doce.

Um dos principais problemas relacionados à elevação dos níveis populacionais de nematoides, especialmente *M. javanica*, está no cultivo sucessivo que ocorre em áreas destinadas à produção de culturas agrícolas, entre elas as olerícolas. Com isso, torna-se necessário o emprego de medidas de controle, principalmente a utilização de cultivares resistentes, emprego de plantas utilizadas na adubação verde e a utilização de esquemas de rotação de culturas nas áreas infestadas com *M. javanica*. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar o fator de reprodução de *M. javanica* em espécies de olerícolas e de plantas utilizadas na adubação verde.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no setor de Defesa Fitossanitária do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP – Câmpus de Botucatu (SP), em casa de vegetação. Foram utilizadas 41 cultivares de olerícolas para determinação do fator de reprodução de *M. javanica*, em cinco experimentos (Experimentos 1 a 5), sendo divididas em plantas condimentares, tuberosas, brássicas, *Capsicum* spp. e as alfaces (Tabela 1). Também foram estudadas 16 espécies vegetais utilizadas na adubação verde, em três experimentos (Experimentos 6 a 8) (Tabela 2).

A população de *M. javanica* foi isolada de raízes do pimentão ‘Magali’, proveniente do município de Santa Rosa (RS), e multiplicada separadamente em raízes de tomateiro ‘Rutgers’. A identificação dessa espécie foi realizada pelo padrão perineal das fêmeas e pelo padrão eletroforético

de isoenzimas, conforme técnica proposta por Carneiro & Almeida (2001), no Laboratório da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. Para obtenção do inóculo, as raízes foram processadas segundo o método de extração proposto por Hussey & Baker (1973), modificado por Bonetti & Ferraz (1981), que consiste no trituração das raízes em liquidificador com hipoclorito a 0,5%.

As plantas foram inoculadas com aproximadamente 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (população inicial, Pi) de *M. javanica*. A inoculação foi efetuada depositando 2,0 mL da suspensão de inóculo em dois orifícios equidistantes, com 3,0 cm de profundidade, na rizosfera de cada planta para cada tratamento. O tomateiro ‘Rutgers’ foi utilizado como padrão de viabilidade do inóculo de *M. javanica*.

Experimentos com olerícolas

As olerícolas foram semeadas em bandeja de poliestireno expandido (128 células), contendo substrato Plantmax®. Após atingirem a altura de aproximadamente 10 cm, as plantas foram transplantadas. Cada parcela foi constituída por uma planta contida em vaso de 2,0 L com substrato, na proporção 1:2:1 (solo: areia: matéria orgânica), com exceção do experimento com cultivares de alface, que foi conduzido em copos de polietileno de 500 mL, contendo o mesmo substrato. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis repetições.

Após 60 dias da inoculação, uma amostra de solo (250 mL) foi retirada e processada segundo a metodologia proposta por Jenkins (1964), que consiste em flotação, peneiramento e centrifugação. Os sistemas radiculares foram lavados em água corrente e, em seguida, submetidos à coloração com Floxine B (Taylor & Sasser, 1978) para a realização da contagem das massas de ovos e do número de galhas, de acordo com a metodologia proposta por Taylor & Sasser (1978), em que 0 = sem galhas ou massas de ovos, 1 = 1 a 2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 31 a 100 e 5 = mais de 100 galhas ou massas de ovos por raiz. Assim, foram obtidos os parâmetros de índice de galhas (IG) e índice de massa de ovos (IMO). Em seguida, os sistemas radiculares foram processados segundo o método de Coolen & D’ Herde (1972), usando-se solução de hipoclorito de sódio a 0,5% no lugar da água, para trituração das raízes no liquidificador com posterior centrifugação para obtenção da suspensão. A determinação do número final de ovos e eventuais juvenis recém-eclodidos na suspensão final foi efetuada com o auxílio da lâmina de Peters, em microscópio óptico. Esse número (população final, Pf) foi utilizado para a obtenção do fator de reprodução (FR) [FR = Pf/ Pi], segundo Oostenbrink (1966), ou seja, as plantas com FR = 0 foram classificadas como imunes, FR < 1 resistentes e FR > 1 suscetíveis.

Experimentos com plantas de adubação verde

Os experimentos com plantas de adubação verde seguiram a mesma metodologia dos experimentos

TABELA 1 - Índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO), população final (Pf) e fatores de reprodução (FR) de *M. javanica* em plantas olerícolas (condimentos, tuberosas, brássicas, *Capsicum* spp. e alface)

| <i>Experimento 1 - Condimentos - ago/2009</i> | IG | IMO | Pf | FR | Reação ² |
|---|-----|-----|-----------|---------|---------------------|
| Salsa Graúda 'Portuguesa' | 0,0 | 0,0 | 8 a | 0,00 a | I |
| Cebolinha Todo Ano 'Nebuka' (Tiunegui) | 0,0 | 0,0 | 75 a | 0,02 a | R |
| Salsa 'Lisa Comum' | 2,0 | 0,0 | 138 a | 0,03 a | R |
| Alho 'Poró Gigante' | 0,0 | 0,0 | 412 a | 0,08 a | R |
| Cebolinha Todo Ano 'Tokyo' (Futonegui) | 0,0 | 0,0 | 912 a | 0,18 a | R |
| Coentro 'Verdão' | 3,7 | 3,2 | 16.424 b | 3,28 b | S |
| CV | | | 88,43 | 35,05 | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 4,7 | 221.120 | 44,22 | |
| <i>Experimento 2 - Tuberosas - set/2009</i> | | | | | |
| Cenoura 'Brasília Irecê' | 3,2 | 2,8 | 5.218 a | 1,04 a | S |
| Cenoura 'Brasília' | 4,3 | 3,7 | 12.426 ab | 2,49 ab | S |
| Beterraba 'Chata do Egito' | 4,0 | * | 17.226 bc | 3,45 b | S |
| Rabanete 'Comprido Vermelho' | 2,0 | 2,0 | 19.377 bc | 3,88 b | S |
| Rabanete 'Comprido Branco' | 2,0 | 2,0 | 20.508 bc | 4,10 b | S |
| Rabanete 'Redondo Vermelho' | 3,2 | 2,8 | 24.610 bc | 4,92 b | S |
| Beterraba 'Maravilha' | 5,0 | * | 25.214 c | 5,04 b | S |
| Beterraba 'Early Wonder' | 4,5 | * | 45.802 d | 9,16 c | S |
| Cenoura 'Planeta' | 5,0 | 5,0 | 47.580 d | 9,52 c | S |
| CV | | | 16,97 | 15,46 | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 290.973 | 58,19 | |
| <i>Experimento 3 - Brássicas - set/2009</i> | | | | | |
| Couve de 'Bruxelas' | 0,8 | 0,0 | 0 a | 0,00 a | I |
| Couve 'Tronchuda Portuguesa' | 1,5 | 0,0 | 0 a | 0,00 a | I |
| Couve Brócolo Ramoso 'Brasília' | 2,5 | 2,0 | 866 b | 0,17 a | R |
| Repolho 'Chato de Quintal' | 2,5 | 2,0 | 4.988 c | 1,00 b | S |
| Brócolis de 'Cabeça' | 3,5 | 3,0 | 5.217 c | 1,04 b | S |
| Couve Flor 'Piracicaba Precoce' | 2,7 | 2,3 | 5.218 c | 1,04 b | S |
| Couve Brócolo Ramoso 'Piracicaba' | 3,3 | 3,0 | 5.377 c | 1,08 b | S |
| Couve Brócoli Ramoso 'Santana' | 3,5 | 3,0 | 6.907 cd | 1,38 bc | S |
| Repolho 'Coração de Boi' | 3,2 | 3,0 | 8.592 d | 1,72 c | S |
| Couve Flor 'Teresópolis Gigante' | 4,0 | 3,2 | 12.583 e | 2,52 d | S |
| CV | | | 16,02 | 9,86 | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 180.568 | 36,11 | |
| <i>Experimento 4 - Capsicum spp. - out/2009</i> | | | | | |
| Pimenta 'Dedo de Moça' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimenta 'Malagueta' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimenta 'Doce Italiana' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimenta 'Jalapeño M' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimentão 'Dagmar' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimenta 'Amarela Comprida' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimentão 'Casca Dura Ikeda' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimentão 'Silver' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimentão 'Magna Super' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimenta 'Cambuci' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| Pimentão 'AF 8253' | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | I |
| CV | | | - | - | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 359.466 | 71,89 | |
| <i>Experimento 5 - Alface - abr/2010</i> | | | | | |
| Alface Mimosas Salad Bowl 'Roxa' | 2,5 | 0,8 | 1.865 a | 0,37 a | R |
| Alface Lisa 'Regina' | 4,3 | 1,5 | 8.142 a | 1,63 a | S |
| Alface Manteiga 'Aurélia' | 4,7 | 4,0 | 45.250 b | 9,05 b | S |
| Alface Crespa 'Grand Rapids' | 3,5 | 3,2 | 53.677 b | 10,74 b | S |
| 'Karla' | 5,0 | 4,0 | 68.663 b | 13,73 b | S |
| CV | | | 27,62 | 25,08 | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 368.417 | 73,68 | |

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,5 % de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

²I = Imune, S = Suscetível, R = Resistente.

TABELA 2 - Índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO), população final (Pf) e fatores de reprodução (FR) de *M. javanica* em plantas de adubação verde

| Experimento 6 | ago/08 | | | | Reação ² | ago/09 | | | | Reação ² |
|------------------|--------|-----|----------|--------|---------------------|--------|-----|----------|---------|---------------------|
| | IG | IMO | PF | FR | | IG | IMO | Pf | FR | |
| Milheto | 0,0 | 0,0 | 261 a | 0,05 a | R | 0,0 | 0,0 | 389 a | 0,08 a | R |
| Azevém | 0,0 | 0,0 | 342 a | 0,07 a | R | 0,0 | 0,0 | 309 a | 0,06 a | R |
| Mucuna cinza | 0,0 | 0,0 | 709 a | 0,14 a | R | 0,0 | 0,0 | 7.081 b | 1,42 b | S |
| Mucuna preta | 0,0 | 0,0 | 3.249 a | 0,65 a | R | 0,0 | 0,0 | 3.183 ab | 0,64 ab | R |
| Labe labe | 1,2 | 1,2 | 13.250 a | 2,65 a | S | 1,3 | 1,3 | 10.023 b | 2,00 b | S |
| CV | | | 104,29 | 53,64 | | | | 62,99 | 33,15 | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 224.186 | 44,84 | | 5,0 | 5,0 | 281.300 | 56,26 | |

| Experimento 7 | ago/09 | | | | Reação ² | out/09 | | | | Reação ² |
|------------------------|--------|-----|----------|--------|---------------------|--------|-----|----------|--------|---------------------|
| | IG | IMO | PF | FR | | IG | IMO | Pf | FR | |
| Guandu anão 'Iapar 43' | 0,2 | 0,0 | 310 a | 0,06 a | R | 0,2 | 0,0 | 261 a | 0,05 a | R |
| Nabo forrageiro | 2,7 | 2,7 | 10.711 b | 2,14 b | S | 2,5 | 2,3 | 12.209 b | 2,44 b | S |
| Guandu 'Fava Larga' | 2,2 | 2,2 | 12.353 b | 2,47 b | S | 2,2 | 2,2 | 12.288 b | 2,46 b | S |
| Mucuna anã | 2,7 | 2,7 | 26.255 c | 5,25 c | S | 2,8 | 2,8 | 26.053 c | 5,21 c | S |
| CV | | | 29,13 | 21,99 | | | | 25,25 | 19,11 | |
| Tomate 'Rutgers' | 4,7 | 4,7 | 260.898 | 52,18 | | 4,7 | 4,7 | 269.103 | 53,82 | |

| Experimento 8 | abr/10 | | | | Reação ² | | | | | Reação ² |
|-------------------------------|--------|-----|-----------|---------|---------------------|---|---|---|---|---------------------|
| | IG | IMO | PF | FR | | | | | | |
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | 0,3 | 0,2 | 1.011 a | 0,20 a | R | - | - | - | - | - |
| <i>Crotalaria juncea</i> | 1,0 | 1,0 | 1.322 a | 0,26 a | R | - | - | - | - | - |
| Guandu anão | 0,8 | 0,8 | 1.443 a | 0,29 a | R | - | - | - | - | - |
| Girassol 'IAC Uruguai' | 1,5 | 1,5 | 3.287 a | 0,66 a | R | - | - | - | - | - |
| <i>Crotalaria breviflora</i> | 1,0 | 1,0 | 4.043 a | 0,81 a | R | - | - | - | - | - |
| <i>Crotalaria mucronata</i> | 2,0 | 1,8 | 5.313 a | 1,06 a | S | - | - | - | - | - |
| <i>Crotalaria ochroleuca</i> | 2,7 | 2,7 | 8.883 a | 1,78 ab | S | - | - | - | - | - |
| Nabo forrageiro | 2,7 | 2,3 | 10.995 ab | 2,20 ab | S | - | - | - | - | - |
| Mucuna anã | 2,5 | 2,5 | 29.055 b | 5,81 b | S | - | - | - | - | - |
| Girassol cv. 'Catissol' | 4,7 | 4,7 | 145.773 c | 29,15 c | S | - | - | - | - | - |
| CV | | | 41,73 | 32,87 | | | | | | |
| Tomate 'Rutgers' | 5,0 | 5,0 | 271.933 | 54,39 | | - | - | - | - | - |

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,5 % de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.
²I = Imune, S = Suscetível, R = Resistente.

conduzidos com as olerícolas. Na semeadura, foram utilizadas três sementes em vasos de 2,0 L ou em copos de polietileno de 500 mL, contendo substrato autoclavado na proporção 1:2:1 (solo: areia: matéria orgânica). Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste.

O experimento 8 foi conduzido apenas em vasos de 2,0 L; os experimentos 6 e 7 foram conduzidos primeiramente em vasos de 2,0 L e depois em copos de polietileno de 500 mL para confirmação dos resultados. As parcelas foram constituídas de uma planta por vaso ou copo de polietileno, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições.

Análise estatística

Os dados de Pf e o FR foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, com auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2003).

RESULTADOS

Os resultados do IG, IMO, Pf e FR de *M. javanica* são apresentados nas Tabelas 1 (experimentos 1 a 5) e 2

(experimentos 6 a 8). Cabe ressaltar que, em todos os experimentos realizados, o tomateiro 'Rutgers' apresentou FR variando de 36,11 a 73,68, comprovando a viabilidade do inóculo de *M. javanica*.

Entre as plantas condimentares avaliadas no experimento 1, a cultivar de coentro 'Verdão' foi a única suscetível a *M. javanica*, e a que proporcionou os maiores valores de IG, IMO, Pf e FR (3,7; 3,2; 16.424 e 3,28, respectivamente), diferindo estatisticamente das demais plantas avaliadas, que não diferiram entre si (Tabela 1). Os demais condimentos apresentaram baixos valores em todos os parâmetros, sendo considerados resistentes; a salsa graúda 'Portuguesa' foi considerada imune. Apenas a cultivar de salsa 'Comum' apresentou IG = 2,0; entretanto, apresentou IMO = 0 com FR de 0,03, mostrando-se resistente.

Todas as cultivares de tuberosas (experimento 2) mostraram-se suscetíveis, com FR variando de 1,04 para cenoura 'Brasília Irecê' e 9,52 para cenoura 'Planeta'. Os FRs das cultivares de cenoura 'Brasília Irecê' e 'Brasília' não diferiram estatisticamente; entretanto, os valores de FR para cenoura 'Brasília', beterraba 'Chata do Egito', rabanete 'Comprido Vermelho', rabanete 'Comprido Branco', rabanete 'Redondo Vermelho' e beterraba 'Maravilha' não

diferiram estatisticamente. Os maiores valores de FR que não apresentaram diferença estatística entre si foram das cultivares de beterraba ‘Early Wonder’ e cenoura ‘Planeta’, também apresentando suscetibilidade a *M. javanica*. Os parâmetros avaliados demonstram a suscetibilidade dessas plantas, embora a cultivar de cenoura ‘Brasília Irecê’ tenha se mostrado menos suscetível que as demais cultivares.

De acordo com os resultados do experimento 3, os valores de IG das brássicas variaram de 0,8 (brócolis ‘Bruxelas’) a 4,0 (couve flor ‘Teresópolis Gigante’) e os IMO variaram de 0 (brócolis ‘Bruxelas’ e ‘Tronchuda Portuguesa’) a 3,2 (couve flor ‘Teresópolis Gigante’).

As cultivares de brócolis ‘Bruxelas’ e ‘Tronchuda Portuguesa’ foram consideradas imunes e ‘Brasília’, resistente, por terem apresentado baixos valores de FR (0, 0 e 0,17). As demais cultivares apresentaram valores de FR > 1, demonstrando a suscetibilidade a *M. javanica*.

Em todas as cultivares de pimentas e pimentões e porta enxertos para pimentões (experimento 4) não foi verificada multiplicação de *M. javanica*, resultando em valores iguais a zero para todos os parâmetros avaliados, demonstrando a imunidade das plantas. Para as alfaces (experimento 5), a cultivar ‘Roxa’ apresentou resistência, com FR de 0,37, embora não tenha diferido estatisticamente da cultivar ‘Regina’ (FR = 1,63). Essa cultivar apresentou IG de 2,5 e proporcionou baixo IMO (0,8). Os IG variaram de 2,5 a 5,0 enquanto que os valores de IMO variaram de 0,8 a 4,0 para as cultivares de alface ‘Roxa’ e ‘Karla’; conseqüentemente, a população final de *M. javanica* não diferiu estatisticamente para as cultivares ‘Roxa’ e ‘Regina’, diferindo das cultivares ‘Aurélia’, ‘Grand Rapids’ e ‘Karla’ que não diferiram estatisticamente entre si.

Para as plantas de adubação verde avaliadas no experimento 6 (Tabela 2) apenas a espécie labe-labe apresentou IG e IMO de 1,2 e 1,3, nos experimentos conduzidos em agosto/2008 e agosto/2009; os demais apresentaram IG e IMO iguais a zero, demonstrando a suscetibilidade de labe-labe (FR = 2,65) ao nematoide e a reação de resistência das outras plantas que apresentaram baixos fatores de reprodução, variando de 0,05 (milheto) a 0,65 (mucuna preta). Entretanto, ao se realizar novamente o experimento em agosto/2009, para confirmação dos dados, verificou-se que além de labe-labe, a mucuna cinza também apresentou suscetibilidade a *M. javanica*, com FR de 1,42, ao contrário do obtido inicialmente (FR = 0,14) (Tabela 2). Esse fato é atribuído a uma possível variabilidade existente na composição das sementes.

No experimento 7 foi verificada a resistência do guandu anão ‘Iapar 43’, que obteve FR de 0,06 e 0,05 em ambos os experimentos conduzidos em agosto e outubro de 2009. Contudo, foram verificados elevados valores de FR para nabo forrageiro (2,14 e 2,44), guandu cv. ‘Fava Larga’ (2,47 e 2,46) e mucuna anã (5,25 e 5,21), sendo consideradas suscetíveis a *M. javanica*. Os valores de IG variaram de 0,2 para guandu anão a 2,7 para nabo forrageiro e mucuna anã, no experimento de agosto/2009, e de 0,2 para guandu anão

a 2,8 para mucuna anã, no experimento de outubro/2009. Os valores de IMO variaram de 0 a 2,7 (1º experimento) e 0 a 2,8 (2º experimento) para as mesmas plantas.

No experimento 8 os valores de IG variaram de 0,3 a 4,7, sendo o menor valor atribuído a *C. spectabilis* e o maior ao girassol cv. ‘Catissol’. Em relação ao IMO, os índices variaram de 0,2 (*C. spectabilis*) a 4,7 (girassol cv. ‘Catissol’). Foram constatados FR > 1, sendo consideradas suscetíveis *C. mucronata* (1,06), *C. ochroleuca* (1,78), nabo forrageiro (2,20), mucuna anã (5,81) e girassol cv. ‘Catissol’ (29,15). Com FR < 1, foram considerados resistentes *C. spectabilis* (0,20), *C. juncea* (0,26), guandu anão (0,29), girassol cv. ‘IAC Uruguai’ (0,66) e *C. breviflora* (0,81).

DISCUSSÃO

Os dados que apontaram a imunidade da cultivar salsa graúda ‘Portuguesa’ a *M. javanica* corroboram com os resultados de Chiamolera et al. (2010), que estudaram a reação de diferentes olerícolas a *M. javanica* e observaram resistência moderada dessa mesma cultivar de salsa. Esses autores também estudaram as cultivares brócolo ramoso ‘Piracicaba de Verão’, repolho ‘Chato’ e ‘Coração de Boi’, verificando que se comportaram como suscetíveis, confirmando os resultados obtidos neste estudo. Entretanto, para a cebolinha todo ano ‘Nebuka’, considerada suscetível a *M. javanica* por Chiamolera et al. (2010), os resultados obtidos no presente estudo foram distintos, pois não foi observada a multiplicação do nematoide, assim como na cultivar cebolinha todo ano ‘Tokyo’. A resistência das cultivares de salsa graúda ‘Portuguesa’ e cebolinha todo ano ‘Nebuka’ e a suscetibilidade da cultivar de repolho ‘Chato’ também foi confirmada nos estudos de Dias-Arieira et al. (2012). Entretanto, esses mesmos autores observaram que o repolho ‘Coração de Boi’ mostrou-se resistente a *M. javanica*, não confirmando os resultados de suscetibilidade observados neste estudo e nos experimentos realizados por Chiamolera et al. (2010). A multiplicação da espécie *M. javanica* nas cultivares de repolho ‘Coração de Boi’ e couve flor ‘Teresópolis Gigante’ também foi constatada por Carneiro et al. (2000).

As cultivares de cenouras estudadas foram consideradas suscetíveis; entretanto as cultivares ‘Brasília’ e ‘Brasília Irecê’ apresentaram valores de FR mais baixos em relação às outras cultivares testadas neste experimento. Tal fato é mencionado por Charchar et al. (2007), que relataram que as cenouras ‘Alvorada’ e ‘Brasília’ apresentam graus de resistência moderada, entre 60 e 70% às espécies de *Meloidogyne*; este fato poderia contribuir para uma economia de 30 a 40% no custo de aquisição de defensivos químicos, pois doses menores dos produtos poderiam ser utilizadas para reduzir o custo de produção, proporcionando menor contaminação ambiental.

A reação apresentada nas três cultivares de rabanetes testadas foi semelhante aos resultados obtidos por Rossi & Montaldi (2004), que constataram também a suscetibilidade

de 11 cultivares de rabanete a *M. javanica*, entre eles as três cultivares testadas no presente estudo. Além disso, os dois tratamentos (500 e 10.000 ovos/planta) para avaliação da patogenicidade, testados pelos autores, comprovaram a ação patogênica sobre a cultivar ‘Redondo Vermelho’.

Sintomas de deformações como empipocamento do tubérculo e rachaduras foram constatados nas cultivares de rabanete parasitadas por *M. javanica*, sendo também verificada a bifurcação na cultivar ‘Comprido Branco’. Nas cultivares de beterraba foi possível a visualização apenas de inúmeras galhas; entretanto, não foi possível a observação

das massas de ovos que se mostraram inconspícuas. Outro fator que contribuiu para a não visualização das massas de ovos foi a coloração dos tubérculos, o que dificultou a contagem de alguma massa de ovo que poderia estar exposta (Figura 1). Assim, plantas altamente atacadas por *Meloidogyne* sp. acabam se tornando inutilizáveis para o comércio. Segundo Ferraz (1977), plantas de beterraba forrageira atacadas por *M. javanica* apresentavam as raízes deformadas, com rachaduras e áreas necróticas de tamanho variável, além de grande número de galhas, sendo que as folhas exibiam uma leve clorose.

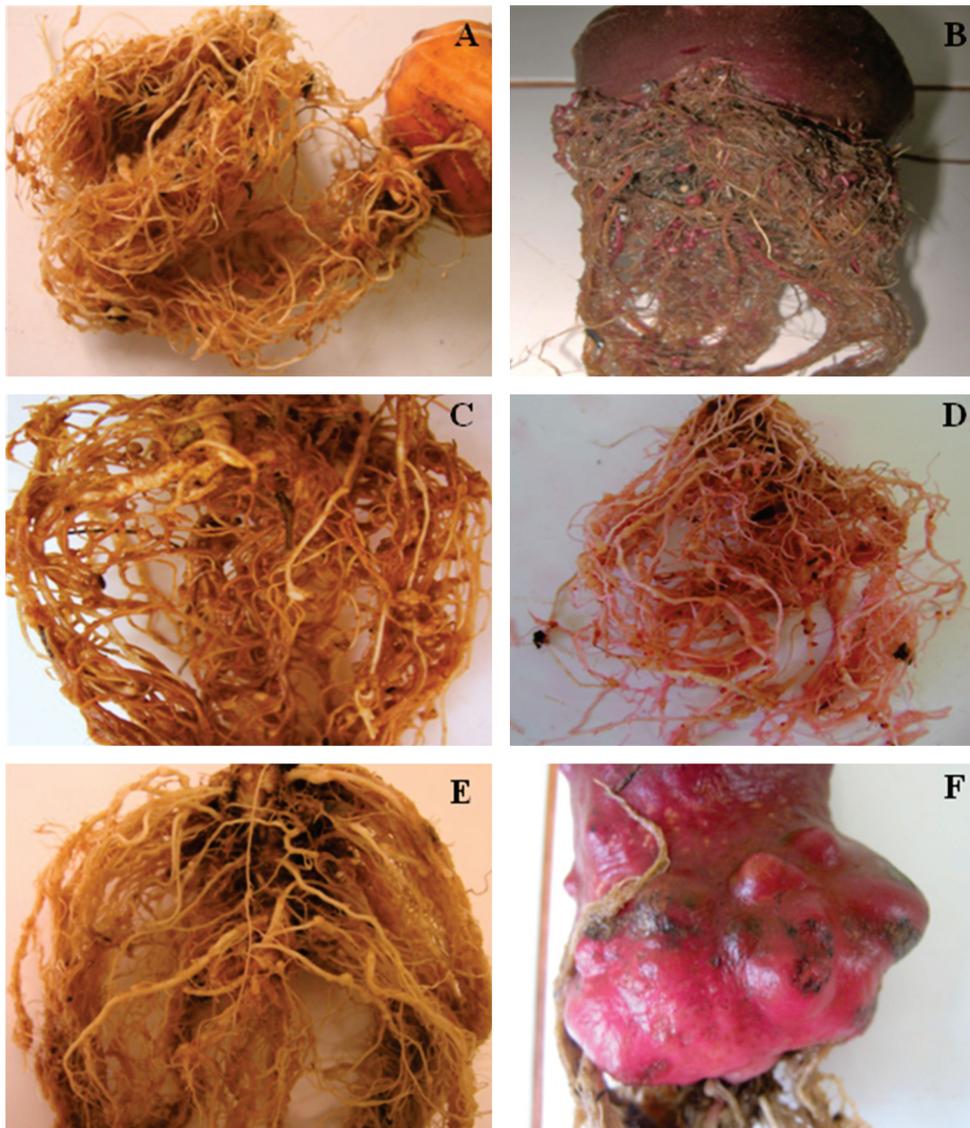


FIGURA 1 - Sintomas de galhas provocadas por *Meloidogyne javanica* em cenoura ‘Planeta’ (A); em beterraba ‘Early Wonder’ (B); em coentro ‘Virão’ (C); em alfafa ‘Karla’ (D); em couve flor ‘Teresópolis Gigante’ (E); sintomas de empipocamento em rabanete ‘Redondo Vermelho’ (F). UNESP – FCA, 2010.

A imunidade apresentada pelas plantas de pimentas e pimentões observada neste estudo corrobora com os resultados obtidos por Peixoto et al. (1995). Estes autores, avaliando a suscetibilidade de diferentes genótipos de pimentões a *M. javanica* e *M. incognita* raça 2, verificaram a resistência de todos os genótipos a *M. javanica* e a suscetibilidade, com exceção da cultivar ‘Yolo Wonder’, a *M. incognita*. Em outro trabalho, Peixoto et al. (1999), após avaliarem linhagens, híbridos F₁ e cultivares de pimentões quanto à resistência a *M. incognita* (raça 1, 2, 3 e 4) e *M. javanica*, observaram que todas as cultivares e linhagens-padrão (Linha 004 e Linha 006) foram suscetíveis às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita* e que todos os genótipos de pimentão foram resistentes a *M. javanica*, constatando a possível utilização de híbridos F1 entre linhagens resistentes vs. linhagens suscetíveis para fins de controle dos nematoides *M. incognita* e *M. javanica*, via resistência varietal. Embora a pimenta longa pertença ao gênero *Piper* e não ao gênero *Capsicum*, em estudo realizado por Sharma et al. (2005), foi verificada, pela primeira vez, a suscetibilidade dos genótipos 15 e 16 de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC) a *M. javanica*, *M. incognita* raça 1 e *Rotylenchulus reniformis*, em casa de vegetação.

Sabe-se que a existência de raças entre as espécies do gênero *Meloidogyne* dificulta o manejo das áreas infestadas por esses agentes. Entretanto, para *M. javanica* os estudos de raças (Rammah & Hirschmann, 1990; Carneiro et al.,

2003; Robertson & Díez-Rojo, 2009) sugerem que a mais comumente encontrada no Brasil seria a raça 1 ou 5, uma vez que o parasitismo em pimentão (raça 2 e 4) ou em amendoim (raça 3 e 4) foram relatados sobretudo em espécies encontradas no continente africano e na Índia. Estudos no Brasil sobre determinação de raças de *M. javanica* ainda são escassos, principalmente, pela baixa frequência com que estas foram constatadas (Carneiro et al., 2003) e também pela ocorrência de populações atípicas (Stanton & O’Donell, 1998).

A cultivar de alface Salad Bowl foi constatada por Charchar & Moita (2005) como altamente resistente a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* em campo. A reação de resistência também foi observada na alface Salad Bowl ‘Roxa’.

A resistência do milho observada neste estudo (Figura 2) confirma os resultados de Carneiro et al. (2007), que observaram também a resistência das cultivares de milho ‘BN2’, ‘90’ e ‘1449’ a essa mesma espécie.

As crotalárias *C. juncea*, *C. spectabilis*, *C. breviflora* comportaram-se como resistentes a *M. javanica*, confirmando os resultados de Moraes et al. (2006), que verificaram que a incorporação de mucuna preta e *C. juncea* reduziu em 42 e 51%, respectivamente, a mistura de populações de *M. javanica* e *M. incognita* em áreas de cultivo de alface e repolho. Dias-Arieira et al. (2008) também verificaram a suscetibilidade de cultivares de

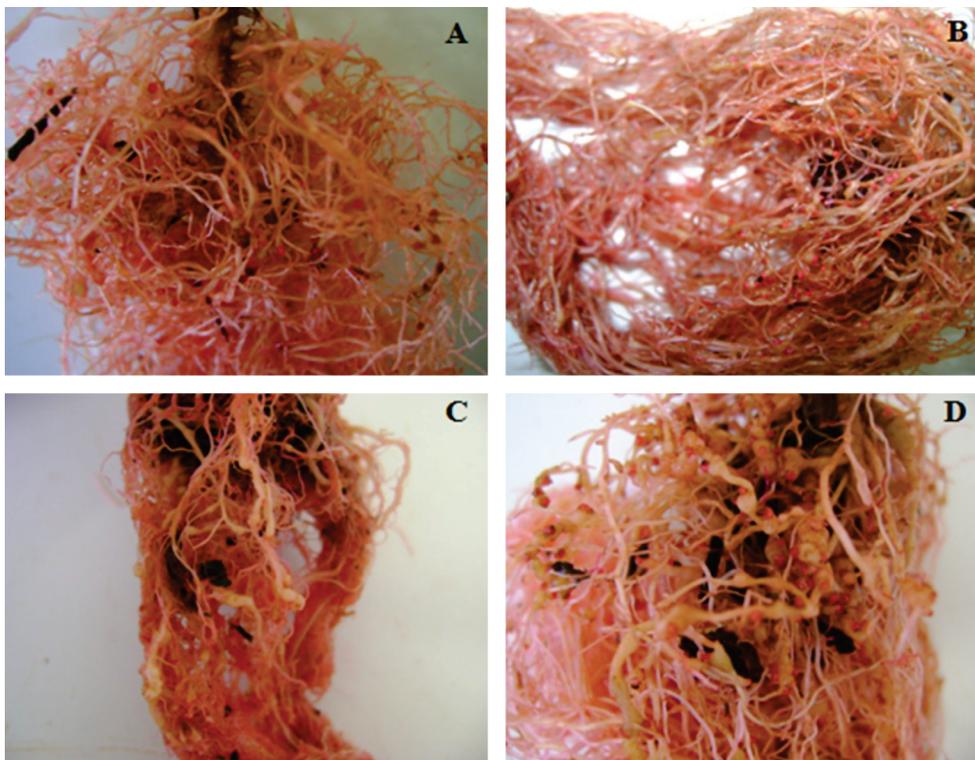


FIGURA 2 - Sintomas de galhas (coloridas com Floxine B) provocadas por *Meloidogyne javanica* em *Crotalaria ochroleuca* (A), girassol cv. ‘Catissol’ (B), nabo forrageiro (C) e tomateiro ‘Rutgers’ – padrão de viabilidade do inóculo (D). UNESP – FCA, 2010.

girassóis, inclusive a cv. 'Catissol'. Sharma & Amabile (2004) relataram a ocorrência de *M. javanica* em 100% das amostras provenientes da cultura de girassol na região do cerrado. Os resultados obtidos por vários autores indicam uma tendência à suscetibilidade das cultivares de girassol à espécie *M. javanica*.

De acordo com os resultados obtidos por Inomoto et al. (2006), as espécies vegetais guandu 'Fava Larga' e mucuna cinza apresentaram-se suscetíveis a *M. javanica*, sendo que mucuna preta, *C. spectabilis*, *C. breviflora* e guandu anão apresentaram-se como resistentes, corroborando com os resultados verificados neste estudo. Entretanto, em relação à mucuna cinza, a multiplicação de *M. javanica* apresentou dados conflitantes no presente estudo. Tal fato pode ser atribuído à variabilidade genética existente em algumas plantas utilizadas na adubação verde.

Os resultados demonstraram que, entre as olerícolas, as cultivares de pimentas, os pimentões, os porta-enxertos para pimentão e as plantas utilizadas como adubação verde, o milho, o azevém, a mucuna preta, o guandu anão, o girassol cv. 'IAC Uruguai' e as crotalárias (*C. spectabilis*, *C. juncea* e *C. breviflora*) podem ser recomendadas em áreas infestadas com *M. javanica*, no emprego de rotação de cultura, adubação verde e em plantios consorciados, desde que não ocorram misturas com outras espécies, para evitar a aumento da população de outras espécies de nematoides das galhas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à empresa Pirai Sementes, pelo fornecimento das sementes de adubação verde; à empresa Sakata Seed Sudamerica LTDA, pelo fornecimento das sementes de tomate; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonetti JI, Ferraz S (1981) Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6:553.

Carneiro RG, Moritz MP, Mônaco APA, Nakamura KC, Scherer A (2007) Reação de milho, sorgo e milho a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. Nematologia Brasileira 31:9-13.

Carneiro RMDG, Almeida MRA (2001) Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. Nematologia Brasileira 25:35-44.

Carneiro RMDG, Carneiro RG, Neves DIN, Almeida MRA (2003) Nova raça de *Meloidogyne javanica* detectada em *Arachis pintoi* no estado do Paraná. Nematologia Brasileira 27:219-221.

Carneiro RMDG, Randig O, Almeida MRA, Campos AD (2000) Resistance of vegetable crops to *Meloidogyne* spp.: suggestion for

a crop rotation system. Nematologia Brasileira 24:49-54.

Charchar JM, Moita AW (2005) Metodologia de seleção de hortaliças com resistência a nematoides: alface/*Meloidogyne* spp. Brasília DF. Embrapa Hortaliças. (Comunicado Técnico no. 27).

Charchar JM, Rodrigues AG, Gonzaga V, Lima DB, Melo TG (2008) Manejo e controle de nematoides em hortaliças. Disponível em: www.cnpq.br/public/folders/folnema.html. Acesso em 21 out 2012.

Charchar JM, Vieira JV, Oliveira VR, Moita AW (2007) Efeitos de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. Nematologia Brasileira 31:59-66.

Chiamolera FM, Cunha TPL, Puerari HH, Biela F, Santana SM, Dias-Arieira CR (2010) Reação de diferentes olerícolas a *Meloidogyne javanica*. Tropical Plant Pathology 35:S211.

Coolen WA, D'Herde CJ (1972) A method for quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent Belgium. State Nematology and Entomology Research Station.

Dias-Arieira CR, Santana SM, Silva ML, Furlanetto C, Ribeiro RCF, Lopes EA (2008) Reação de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) a *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. Nematologia Brasileira 31:61-66.

Dias-Arieira CR, Cunha TPL, Chiamolera FM, Puerari HH, Biela F, Santana SM (2012) Reaction of vegetables and aromatic plants to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. Horticultura Brasileira 30:322-326.

Ferraz LCCB (1977) Meloidoginose de beterraba forrageira. Nematologia Brasileira 2:39-40.

Ferreira DF (2003) Sisvar. Versão 4.2. Lavras MG. DEX/UFLA.

Huang SP (1992) Nematoides que atacam olerícolas e seu controle. Informe Agropecuário 16:31-36.

Inomoto MM, Motta LCC, Beluti DB, Machado ACZ (2006) Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. Nematologia Brasileira 30:39-44.

Jenkins WRA (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reporter 48:692.

Koenning SR, Overstreet C, Noling JW, Donald PA, Becker JO, Fortnum, BA (1999) Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. Journal of Nematology 31:587-618.

Moraes SRG, Campos VP, Pozza EA, Fontanetti A, Carvalho GJ, Maximiniano C (2006) Influência de leguminosas no controle de fitonematoides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. Fitopatologia Brasileira 31:188-191.

Oliveira CMG (2007) Panorama das doenças e pragas em horticultura: doenças causadas por nematoides. Biológico 69:85-86.

Oostenbrink M (1966) Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Mededeelingen der Landbouwhoogeschool 66:1-46.

Peixoto JR, Maluf WR, Campos VP (1995) Avaliação de genótipos de pimentão quanto à resistência a *Meloidogyne incognita* (raça 2) e *Meloidogyne javanica*. Horticultura Brasileira 13:154-158.

Peixoto JR, Maluf WR, Campos VP (1999) Avaliação de

- linhagens, híbridos F₁ e cultivares de pimentão quanto à resistência a *Meloidogyne* spp. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34:2259-2265.
- Pimenta CAM, Carneiro RMDG (2005) Utilização de *Pasteuria penetrans* em controle biológico de *Meloidogyne javanica* em duas culturas sucessivas de alface e tomate. Brasília DF. Embrapa. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento no. 116).
- Rammah A, Hirschmann H (1990) Morphological comparison of three host races of *Meloidogyne javanica*. Journal of Nematology 22:56-68.
- Robertson L, Díez-Rojo MA, López-Pérez JA, Piedra Buena A, Escuer M, López Cepero J, Martínez C, Bello A (2009). New host races of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, and *M. javanica* from horticultural regions of Spain. Plant Disease 93:180-184.
- Rossi CE, Montaldi PT (2004) Nematóide de galha em rabanete: suscetibilidade de cultivares e patogenicidade. Horticultura Brasileira 22:72-75.
- Sharma RD, Amabile RF (2004) Nematóides associados ao girassol em áreas de Cerrado do Distrito Federal. Brasília DF. Embrapa. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento no. 125).
- Sharma RD, Araújo VI, Cavalcante MJB, Gomes AC (2005) Reação de genótipos de pimenta-longa aos nematoides *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* raça 1 e *Rotylenchulus reniformis*. Nematologia Brasileira 29:83-86.
- Stanton J, O'Donnell WE (1998) Assessment of the North Carolina differential host test for the identification of Australian populations of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Australasian Plant Pathology 27:104-111.
- Taylor AL, Sasser JN (1978) Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Raleigh NC, EUA. North Carolina State University.

TPP 594 - Recebido 22 Abril 2012 - Aceito 27 Novembro 2012
Editor de Seção: Cláudio Marcelo G. de Oliveira