

Efeito do alelo *Mi* na reação de resistência do tomateiro à *Meloidogyne* spp.

Joelson André de Freitas^{1*}, Sebastião Márcio de Azevedo², Wilson Roberto Maluf²,
Márcio Antônio da Silveira³ e Lamartine Silva Martins⁴

¹Epamig/CTNM, C.P. 12, Janaúba-Minas Gerais, Brazil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, C.P. 37, Lavras-Minas Gerais, Brazil. ³Unitins, Palmas-Tocantins, Brazil. ⁴Engenheiro Agrônomo. *Author for correspondence. e-mail: freitasja@nortecnet.com.br

RESUMO. Este estudo foi feito para verificar a efetividade do alelo *Mi* no controle da reação de resistência do tomateiro à *Meloidogyne* spp. As plantas foram cultivadas em bandeja de isopor tipo *speedling* sob estufa plástica, na área experimental da HortiAgro Sementes, em Ijaci, MG. Utilizaram-se neste ensaio as cultivares Rio Grande (suscetível aos nematóides do gênero *Meloidogyne* spp.) e Nemadoro (resistente *Mi/Mi*). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 repetições e 8 plantas por parcela. As inoculações foram feitas na proporção de 30 ovos/cm³ de substrato. As avaliações foram feitas 70 dias após a inoculação das plantas, quantificando-se o grau de infecção em suas raízes através do número de galhas, número de massa de ovos, índice de massa de ovos e número de ovos. Verificou-se diferenças significativas entre as cultivares Rio Grande e Nemadoro, tanto para *M. javanica* como para as raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita*. A cultivar Rio Grande mostrou-se suscetível, independentemente da espécie ou raça de nematóide, e, analogamente, a cultivar Nemadoro mostrou-se resistente a todos os isolados utilizados. A efetiva ação do alelo *Mi* no controle da reação de resistência do tomateiro à *M. javanica* e aos diferentes isolados de *M. incognita* foi confirmada.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, resistência genética, nematóides.

ABSTRACT. Effect of the *Mi* allele on the tomato resistant reaction to *Meloidogyne* spp. This study was carried out to investigate *Mi* allele effectiveness on the tomato resistant reaction to *Meloidogyne* spp. The plants were cultivated in glasshouse in styrofoam trays in the experimental area of Seeds HortiAgro in Ijaci, MG. The cultivars Rio Grande (susceptible to *Meloidogyne* spp.) and Nemadoro (resistant *Mi/Mi*), were employed in this study. The completely randomized design with 8 replicates and 8 plants per plot was utilized, and the inoculation with *Meloidogyne* spp. was made at 30 eggs/cm³ of substrate proportion. The evaluation for number of root-knot, egg masses and eggs, as well as egg mass index, was performed 70 days after the inoculation. The Rio Grande and Nemadoro cultivars were different with regard to *M. javanica* and races 1, 2, 3 and 4 of *M. incognita*. The Rio Grande cultivar was susceptible independently of nematode species or race, and, similarly, the Nemadoro cultivar showed resistance to both *M. javanica* and *M. incognita* races 1, 2, 3 and 4. The results confirm the effectiveness of the *Mi* allele to give resistance to *M. javanica* and all four races of *M. incognita*.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, genetics resistance, nematodes.

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. é uma hortaliça de elevado consumo *in natura* e industrializado, o que o coloca em destaque no *ranking* das hortaliças de grande importância econômica no Brasil. Embora muito difundido, o cultivo do tomateiro vem sofrendo severas perdas econômicas, decorrentes do ataque de diversos patógenos. Dentre eles, destacam-se os nematóides

causadores de galhas, do gênero *Meloidogyne*, que atuam no sistema radicular do tomateiro, formando estruturas prejudiciais ao seu desenvolvimento e reprodução, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas raízes. Em função do hábito polífago e da distribuição cosmopolita desse patógeno (Taylor e Sasser, 1978), seu ataque severo e

freqüente aos tomates brasileiros tem reduzido substancialmente a produção e a qualidade de frutos.

A estimativa de perdas na cultura do tomateiro devido à infestação por *Meloidogyne* em países tropicais pode chegar a 29% (Sasser, 1979). No entanto, Ponte et al. (1977) estudaram o crescimento vegetativo e a produção do tomateiro cultivado, em solo esterilizado e infestado por *M. incognita* e *M. javanica*, e constataram redução de 66,5% no crescimento vegetativo do tomateiro cultivado em solo infestado, aliado a um decréscimo de 70% na produção de frutos, quando comparados aos valores observados no tomatal cultivado em solo esterilizado. Todavia, em função da densidade populacional e do nível de infecção provocado por esses patógenos, as perdas na cultura podem chegar a 100% (Tihohod, 1993).

Algumas medidas de controle têm sido adotadas em conjunto, no manejo integrado dos fitonematóides, e tem permitido a convivência em níveis econômicos com esses patógenos. A exemplo dessas medidas temos o arranquio e posterior queima das plantas infestadas, o que é feito com objetivo de reduzir a população desse patógeno no solo. Recomenda-se ainda a rotação de culturas, embora essa prática também favoreça apenas um decréscimo populacional de fitonematóides no solo, por um curto período de tempo (Campos, 1992). Segundo Santos e Ferraz (1995), essa é uma das medidas mais difundidas na atualidade e considerada a mais apropriada para os produtores sem restrições de áreas, que podem alterná-las com plantios de variadas culturas (Campos, 1995b). Outra medida possível de ser adotada é o controle químico com uso de nematicidas, mas que parece viável somente quando associado a outras medidas de controle integrado dos nematóides. De acordo com Campos (1995b), o controle químico favorece somente uma redução temporária do nematóide junto à rizosfera da planta, de forma que, após a ação dos produtos químicos aplicados ao solo, as culturas são reinfestadas. Essa medida também não tem sido muito empregada, já que ocorre redução do lucro do produtor devido ao elevado custo dos agrotóxicos (Franco, 1992), que podem ainda, promover a destruição dos organismos benéficos presentes no solo. Uma outra medida que pode ser adotada é o controle genético com uso de cultivares resistentes, que muita das vezes é tido como solução duradoura para certos problemas fitossanitários, devido ao fato de as cultivares serem acessíveis e de baixo custo ao produtor e não poluentes ao ambiente (Ferraz, 1992). O uso de cultivares resistentes em rotação com cultivares suscetíveis, com o objetivo de

prevenir o surgimento de novas raças de nematóides, também é uma medida de controle proposta (Lima et al., 1995).

Cultivar de tomateiro resistente a nematóides tem sido obtida através da introgressão do alelo *Mi* em germoplasma suscetível, a exemplo da cultivar Nemadoro, originada do cruzamento entre as cultivares Rio Grande e IPA-3, respectivamente, suscetível e resistente, à *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (Pessoa et al., 1988). Carvalho (1996) também obteve 27 linhagens homozigotas (*Mi/Mi*), com resistência combinada a tospovirus (*Sw-5/Sw-5*), aliado a características agrônômicas desejáveis. Embora seja de conhecimento que o alelo *Mi* confere reação de resistência do tomateiro à *Meloidogyne* spp., este ainda não foi efetivamente testado frente aos diferentes isolados de *Meloidogyne* spp. existentes no Brasil, principalmente em relação à variabilidade genética do patógeno *M. incognita*.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a efetividade do controle genético da reação de resistência do tomateiro conferida pelo alelo *Mi* frente a diferentes isolados de *Meloidogyne* spp., especialmente *M. javanica* e *M. incognita*, raças 1, 2, 3 e 4. Também foi objetivo deste estudo verificar a associação entre as características: número de galhas, número de massas de ovos, índice de massas de ovos e número de ovos.

Material e métodos

As cultivares de tomateiro Rio Grande +/+ (suscetível) e Nemadoro *Mi/Mi* (resistente), isogênicas exceto nos *loci* que as acompanham, foram cultivadas em bandejas de isopor tipo *speedling*, sob estufa plástica, nas quais adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 8 repetições e 8 plantas por parcela.

Foram utilizadas, como inóculo, a espécie *Meloidogyne javanica* e as raças fisiológicas 1, 2, 3 e 4 de *Meloidogyne incognita*, provenientes do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), as quais foram multiplicadas e mantidas em plantas de tomateiro, cultivar Santa Clara, na Universidade Federal de Lavras (Ufla).

A extração dos ovos seguiu o método de Hussey e Barker (1973), e uma contagem prévia do número de ovos foi feita a fim de se usar uma densidade de 30 ovos por cm³ de substrato. Essa inoculação foi realizada na ocasião da repicagem das plântulas da caixa plástica de germinação para as bandejas de isopor.

A tomada dos dados experimentais realizou-se 70 dias após a inoculação das plantas, avaliando-se as características: número de galhas, número de massa

de ovos, índice de massa de ovos e número de ovos no sistema radicular do tomateiro.

O número de galhas foi obtido pela contagem direta no sistema radicular de cada planta, assim como o número de massa de ovos, que foi obtido após uma melhor visualização promovida pelo corante floxina B (Taylor e Sasser, 1978). Com base na técnica descrita por esses autores e no número de massa de ovos encontrado, foi atribuída para cada planta uma nota conforme se segue: notas 0, 1, 2, 3, 4 e 5, correspondentes, respectivamente, a 0, 1-2, 3-10, 11-30, 31-100 e > 100 massas de ovos. Essas notas constituíram o índice de massa de ovos, sendo que os valores inferiores a 2 (dois) foram indicativos da resistência do genótipo, conforme descrevem os autores. O número de ovos, por sua vez, foi quantificado após a extração feita conforme Hussey e Barker (1973).

As análises estatísticas foram feitas com os dados originais, testando-se o efeito dos fatores cultivar (Rio Grande e Nemadoro) e patógenos (*M. javanica*, *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4), bem como a interação entre esses dois fatores. Estimou-se, ainda, a correlação entre as quatro características avaliadas.

Resultados e discussão

O teste 'F' para os fatores cultivar, patógeno e cultivar versus patógeno, foi significativo ($p < 0,01$) para as características: número de galhas, número de massa de ovos, índice de massa de ovos e número de ovos no sistema radicular do tomateiro (Tabela 1). Diferenças significativas entre as cultivares Rio Grande (susceptível) e Nemadoro (resistente) foram observadas para as quatro características estudadas com relação à infecção por *Meloidogyne* spp. Confirmou-se que a cultivar Nemadoro (*Mi/Mi*) é resistente aos nematóides causadores de galhas, quando comparada com a cultivar Rio Grande [de mesmo *background* genético (isogênica), mas sem o alelo *Mi*].

Tabela 1. Teste F para efeito dos fatores cultivar, patógeno e cultivar vs. patógeno, de quatro características avaliadas nas raízes do tomateiro inoculado com *Meloidogyne* spp. Ufla: Lavras, MG, 1997

Fonte de variação	nº de galhas	nº de massa de ovos	índice de massa de ovos	nº de ovos
Cultivar (C)	810,35**	386,49**	2162,23**	224,60**
Patógeno (P)	22,06**	19,17**	36,94**	19,38**
CxP	21,83**	19,09**	28,52**	19,07**
Média	37,43	18,67	1,71	915,25
C.V. (%)	31,16	45,42	18,16	57,69

** Significativo ao nível de 1%

Devido à interação existente entre cultivares e patógenos, realizou-se o desdobramento das

cultivares dentro de cada patógeno (Tabela 2) e dos patógenos dentro de cada cultivar (Tabela 3).

Tabela 2. Infecção provocada por *Meloidogyne* spp. no sistema radicular de duas cultivares de tomateiro. Ufla: Lavras, MG, 1997

Patógenos (Cultivares)	nº de galhas	nº de massa de ovos	índice de massa de ovos	nº de ovos
<i>M. incognita</i> - R1 (Rio Grande)	80,46 A*	38,64 A	3,63 A	1029,7 A
(Nemadoro)	0,39 B	0,01 B	0,06 B	46,9 B
<i>M. incognita</i> - R2 (Rio Grande)	27,35 A	6,28 A	1,76 A	443,0 A
(Nemadoro)	0,16 B	0,01 B	0,01 B	7,8 B
<i>M. incognita</i> - R3 (Rio Grande)	96,66 A	55,55 A	3,85 A	3392,2 A
(Nemadoro)	0,35 B	0,09 B	0,31 B	11,7 B
<i>M. incognita</i> - R4 (Rio Grande)	89,06 A	45,55 A	3,80 A	1719,5 A
(Nemadoro)	0,25 B	0,01 B	0,06 B	4,7 B
<i>M. javanica</i> (Rio Grande)	79,16 A	40,54 A	3,55 A	2415,6 A
(Nemadoro)	0,43 B	0,03 B	0,03 B	81,3 B

* Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada patógeno, não diferem entre si ao nível de 1% pelo teste de F

Tabela 3. Infecção do sistema radicular de tomateiro causada por cinco patógenos do gênero *Meloidogyne* spp. Ufla: Lavras, MG, 1997

Cultivares (Patógenos)	nº de galhas	nº de massa de ovos	índice de massa de ovos	nº de ovos
Rio Grande (<i>M. incognita</i> - R1)	80,46 A*	38,64 B	3,63 A	1029,7 CD
(<i>M. incognita</i> - R2)	27,35 B	6,28 C	1,76 B	443,0 D
(<i>M. incognita</i> - R3)	96,66 A	55,55 A	3,85 A	3392,2 A
(<i>M. incognita</i> - R4)	89,06 A	45,55 AB	3,80 A	1719,5 BC
(<i>M. javanica</i>)	79,16 A	40,54 B	3,55 A	2415,6 B
Nemadoro (<i>M. incognita</i> - R1)	0,39 A	0,01 A	0,06 A	46,9 A
(<i>M. incognita</i> - R2)	0,16 A	0,01 A	0,01 A	7,8 A
(<i>M. incognita</i> - R3)	0,35 A	0,09 A	0,31 A	11,7 A
(<i>M. incognita</i> - R4)	0,25 A	0,01 A	0,06 A	4,7 A
(<i>M. javanica</i>)	0,43 A	0,03 A	0,03 A	81,3 A

* Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada cultivar, não diferem entre si ao nível de 1% pelo teste de Tukey

A cultivar Nemadoro apresentou reação de resistência aos cinco patógenos testados (Tabela 2), comparada à cultivar Rio Grande, decorrente da ação do alelo *Mi* presente em Nemadoro, que promoveu uma redução no número de galhas, no número de massa de ovos, no índice de massa de ovos e no número de ovos nas raízes do tomateiro. Os maiores índices de infecções causados por *Meloidogyne* spp. foram encontrados na cultivar Rio Grande, desprovida do alelo *Mi* (Tabela 3), sendo que uma menor agressividade da raça 2 de *M. incognita* nessa cultivar foi evidente, o que já não aconteceu na cultivar Nemadoro. Certamente, o efeito do alelo *Mi* em Nemadoro foi capaz de minimizar o nível de infecção, tanto da raça 2 de *M. incognita* como das demais raças (1, 3 e 4) e de *M. javanica*, a ponto de não diferirem significativamente entre si. Os baixos graus de infecções provocados pelos cinco patógenos

na cultivar Nemadoro indicaram a eficiência do alelo *Mi* na reação de resistência desse tomateiro às 4 raças de *M. incognita* e a *M. javanica*.

Os resultados obtidos nesse estudo mostram que as cultivares Rio Grande e Nemadoro são, respectivamente, susceptível e resistente, independentemente da espécie ou raça de nematóide. Dessa forma, tem-se a confirmação da efetiva ação do alelo *Mi* no controle genético da reação de resistência do tomateiro à *M. javanica* e às diferentes raças de *M. incognita*.

Os coeficientes de correlação entre número de galhas e número de massa de ovos ($r=0,991$, $\alpha=0,000001$); número de galhas e índice de massa de ovos ($r=0,978$, $\alpha=0,000001$) e número de galhas e número de ovos ($r=0,916$, $\alpha=0,000001$), indicaram que, em condições semelhantes a este estudo, pode-se optar pela avaliação de uma característica de maior facilidade de execução na seleção de plantas resistentes, garantindo precisão nos resultados.

A ação do alelo *Mi* na reação que confere resistência do tomateiro à *M. javanica* e às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita* foi efetiva, e as altas correlações entre as características número de galhas, número de massa de ovos, índice de massa de ovos e número de ovos, permitem a adoção daquela mais conveniente, como critério de seleção de plantas de tomateiro resistentes aos nematóides.

Agradecimentos

Os autores manifestam seus agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas, e à empresa HortiAgro Sementes Ltda. pelo suporte técnico.

Referências bibliográficas

- Campos, V.P. Danos e prejuízos causados por fitonematóides. *Inf. Agropec.*, 16(172):14-15, 1992.
- Campos, V.P. Doenças causadas por nematóides em alcachofra, alface, chicória, morango e quiabo. *Inf. Agropec.*, 17(182):17-22 1995b.
- Ferraz, L.C.C.B. Métodos alternativos de controle de fitonematóides. *Inf. Agropec.*, 16(172):23-24, 1992.
- Franco, J.F. Controle químico de fitonematóides. *Inf. Agropec.*, 16(172):1-2, 1992.
- Hussey, R.S.; Barker, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Dis. Rep.*, 57(12):1025-1028, 1973.
- Lima, R.D.; Dias, W.P.; Castro, J.M.C. Doenças causadas por nematóides em cucurbitáceas. *Inf. Agropec.*, 17(182):57-59, 1995.
- Pessoa, H.B.S.V.; Miranda, J.E.C.; Maluf, W.R.; Huang, S.P. Nemadoro: tomate para indústria, resistente ao nematóide das galhas. *Horticult. Bras.*, 6(1):41-42, 1988.
- Ponte, J.J.; Lemon, J.W.V.; Ponte, M.A. Implicações de *Meloidogyne* sobre o crescimento e a produção do tomateiro. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 2, 1977, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBN, 1977. p.65-70.
- Santos, M.A.; Ferraz, S. Doenças causadas por nematóides em hortaliças leguminosas. *Inf. Agropec.*, 17(182):74-75, 1995.
- Sasser, J.N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In: Lamberti, F.; Taylor, C.E. (ed.). *Root-knot nematode (Meloidogyne species): systematics, biology and control*. London, 1979. p.359-374.
- Taylor, A.L.; Sasser, J.N. *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Raleigh: North Caroline State University Graphics, 1978. 111p.
- Tihohod, D. *Nematologia agrícola aplicada*. Jaboticabal: Funep, 1993. 372p.

Received on August 17, 1999.

Accepted on October 01, 1999.