

Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e a *M. paranaensis*

Ricardo Michael Levy^{1*}, Martin Homechin², Débora Cristina Santiago², Marina Capparelli Cadioli¹ e Fernando César Baida¹

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Cx. Postal 6001, 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: levy_agro@hotmail.com

RESUMO. O uso de híbridos e genótipos de milho resistentes aos nematóides formadores de galhas em sistemas de rotação de culturas mantém sua população em níveis baixos, diminuindo as perdas e possibilitando, posteriormente, o uso de genótipos mais suscetíveis. No presente trabalho, foi avaliada a resistência de 18 genótipos de milho ao parasitismo de *M. paranaensis* e a *M. incognita* raça 1 em casa-de-vegetação. As plantas foram inoculadas com 5.000 ovos e eventuais juvenis dos respectivos nematóides. O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com dez repetições para cada tratamento com os nematóides e cinco repetições para a testemunha sem inoculação. Também foi realizada a técnica de coloração das raízes com fucsina ácida, pelo método de Byrd et al. (1972). Sessenta dias após a inoculação, os sistemas radiculares foram coletados, lavados e avaliados quanto à penetração, produção de ovos e estimativa do Fator de Reprodução (FR). Os resultados mostraram que, para *M. paranaensis*, o FR variou de 0,01 a 0,08; para *M. incognita*, a variação foi de 0,01 a 0,03, mostrando que todos os genótipos se comportaram como resistentes, apresentando FR < 1.

Palavras-chave: *Zea mays*, nematóide, resistência, genótipo.

ABSTRACT. Reaction of corn genotypes to parasitism from *Meloidogyne incognita* breed 1 and *M. paranaensis*. The use of corn hybrids and genotypes resistant to root-knot nematodes in crop rotation systems reduce the population of nematodes, preventing losses and allowing for the use of more susceptible genotypes. In this study, the resistance of eighteen hybrids of corn to parasitism of *Meloidogyne paranaensis* and *M. incognita* breed 1 were evaluated in a greenhouse. The plants were inoculated with 5,000 eggs and possible juveniles of each nematode in a completely randomized design, using ten replicates for each treatment with nematodes, and five replicates for the treatment without inoculation (control). The root staining technique using acid fuchsin was also applied, according to Byrd et al. (1972). Sixty days after the inoculation, the roots systems were collected, washed and evaluated for penetration, egg production and estimated reproduction factor (RF). The results showed that, for *M. paranaensis*, the RF varied from 0.01 to 0.08, while for *M. incognita* the variation was from 0.01 to 0.03, showing that all corn genotypes were resistant, presenting a RF < 1.

Key words: *Zea mays*, nematode, resistance, genotype.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais praticadas no mundo, devido a sua utilização como fonte de alimento para o homem e para vários animais, e também por sua ampla adaptação aos mais variados ecossistemas atingindo regiões de climas tropicais, subtropicais e temperados (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

A incidência de diferentes doenças na cultura do milho e, conseqüentemente, as perdas correspondentes na produção têm despertado o interesse dos pesquisadores no controle de seus agentes causais, com destaque para os nematóides

formadores de galhas do gênero *Meloidogyne* Göeldi (1892).

Os primeiros relatos de espécies de *Meloidogyne* parasitando plantas de milho, no Brasil, foram feitos por Teixeira e Moura (1985) e Lordello et al. (1986). O sintoma mais frequente do ataque desse nematóide é a presença de galhas nas raízes parasitadas, embora não seja um sintoma obrigatório na interação planta-nematóide. No milho, elas são pouco visíveis a olho nu, mas os nematóides podem causar danos às plantas e perdas na produção (LORDELLO et al., 1986).

Estudos envolvendo a avaliação de diferentes

genótipos de milho quanto à resistência aos nematóides têm sido realizados. O emprego de cultivares resistentes a espécies do gênero *Meloidogyne* em sistemas de rotação é uma prática que pode inibir a reprodução deste de forma a manter sua população em níveis baixos no solo (MEDEIROS et al., 2001). Ribeiro (2002), ao avaliarem diferentes genótipos de milho, observaram que todos comportaram-se como resistentes ao *M. javanica* (Treub) Chitwood. Felli e Monteiro (1987) e Medeiros et al. (2001), entretanto, detectaram alta suscetibilidade a *M. incognita* e *M. javanica* em todos os genótipos de milho testados.

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* são importantes parasitas de plantas e são amplamente distribuídos nas diferentes áreas de cultivo, porém pouco se conhece sobre a reação de híbridos de milho frente ao parasitismo de *M. paranaensis* e *M. incognita* raça 1, objetivo do presente estudo.

Material e métodos

Em condições de casa-de-vegetação foi avaliada a reação de 18 genótipos de milho (NB 7253; NB 7443; TORK; GARRA; FLASH; STRIKE; NB 7201; SPEED; PREMIUM FLEX; TRAKTOR; FORT; VALENT; MASTER; PENTA; NB 7283; NB 7241; NB 7233 E EXCELER) quanto ao parasitismo de *M. paranaensis* e *M. incognita*.

O experimento foi conduzido em sacos plásticos com capacidade para 2,5 L, contendo a mistura de areia e solo peneirado tratado, na proporção de 2:1. Os sacos plásticos com o substrato foram mantidos em casa-de-vegetação por dez dias, para que ocorresse a evaporação da água disponível no substrato. Quatro sacos foram utilizados para determinar a capacidade de retenção de água do substrato, pela adição de água até saturação do substrato seco ao ar, e a irrigação foi realizada de acordo com a capacidade de saturação de água dos substratos.

Quatro sementes de cada material foram semeadas em cada recipiente. Após a emergência, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por recipiente. Cada genótipo foi submetido a três tratamentos: inoculação com *M. paranaensis*, inoculação com *M. incognita* e testemunha sem inoculação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez repetições para cada tratamento com os nematóides e cinco repetições para a testemunha não inoculada.

O inóculo do nematóide foi obtido a partir da

multiplicação de *M. paranaensis* e *M. incognita* raça 1, em mudas de cafeeiro IAPAR 59. Para extração, empregou-se a metodologia proposta por Boneti e Ferraz (1981). As inoculações foram realizadas aos 30 dias da semeadura por meio da adição de 5,0 mL de uma suspensão contendo 1.000 ovos e eventuais juvenis mL⁻¹ de cada nematóide. Plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) Rutgers também foram inoculadas e serviram como testemunhas da viabilidade dos inóculos de *M. paranaensis* e *M. incognita*.

Aos 60 dias de inoculação, foi realizada a mensuração da parte aérea para cada um dos genótipos e, na sequência, o corte desta na região do colo para avaliação do peso. Os sistemas radiculares foram lavados cuidadosamente, pesados e, em seguida, os ovos foram extraídos, utilizando-se a metodologia anteriormente citada, para posterior determinação do Fator de Reprodução (FR), dividindo-se o número final de ovos obtidos por sistema radicular pelo número inicial de ovos inoculados, para diferenciar possíveis variedades imunes, resistentes e suscetíveis. Foram considerados imunes aqueles genótipos com FR igual a 0; resistentes os com FR menor que 1,0 e suscetíveis aqueles que apresentaram FR maior que 1,0, segundo escala proposta por Oostenbrink (1966). As raízes também foram submetidas à técnica de coloração com fucsina ácida, pelo método de Byrd et al. (1972), para determinar a quantidade de nematóides presentes no interior das raízes. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

Resultados e discussão

As viabilidades dos inóculos de *M. paranaensis* e *M. incognita* foram confirmadas pelos números de ovos produzidos em tomateiros e seus respectivos fatores de reprodução (Tabela 1).

De acordo com os dados obtidos no método de coloração com fucsina ácida, os genótipos NB 7443, MASTER E TORK foram considerados imunes para *M. incognita*, pois não permitiram a penetração destes em suas raízes. Os demais genótipos foram resistentes, e a média de juvenis e fêmeas penetrantes variou de 0,1 a 0,8. Para *M. paranaensis*, os genótipos FORT, NB 7241, VALENT, GARRA, NB 7253, MASTER, TORK, NB 7233, PENTA, NB 7283 e EXCELLER foram considerados imunes; os demais, resistentes, em que a média de penetração variou de 0,1 a 0,2.

Quanto ao parasitismo de *M. paranaensis* e de *M. incognita*, nota-se que todos os genótipos de milho se comportaram como resistentes (Tabela 1). Este resultado indica que com o cultivo desses materiais de milho pode não ocorrer aumento da população existente no solo. Os diferentes genótipos avaliados não permitiram a multiplicação de ambos os nematóides, uma vez que foi observada diminuição quando comparados ao número de ovos inoculados. Para o *M. paranaensis*, os genótipos PREMIUM FLEX e SPEED apresentaram a menor taxa de multiplicação, enquanto EXCELLER, PENTA, FORT e TORK apresentaram a maior. Para o *M. incognita*, nos genótipos GARRA, FORT, STRIKE, NB 7241 e NB 7253 foram observados os menores números, enquanto o genótipo FLASH apresentou a maior quantidade de ovos.

Com relação ao fator de reprodução (FR), foram observados valores de FR <1 (Tabela 1) indicando que esses genótipos de milho, quando cultivados em áreas ou solos com *M. paranaensis* e *M. incognita*, não permitem o aumento destes. Também, não foi observado formação e desenvolvimento de galhas nas raízes.

Tabela 1. Reação de genótipos de milho a *Meloidogyne paranaensis* e a *M. incognita* raça 1, aos 60 dias da inoculação.

Genótipo	<i>Meloidogyne paranaensis</i>		<i>Meloidogyne incognita</i>		Reação ⁴
	Ovos J ²⁻¹	FR ²	Ovos J ²⁻¹	FR ³	
EXCELLER	13,01 ¹ b ²	0,04	4,99 c	0,01	R
FLASH	5,89 c	0,01	11,92 b	0,03	R
FORT	18,05 b	0,08	4,33 c	0,01	R
GARRA	9,41 c	0,02	5,07 c	0,01	R
MASTER	6,19 c	0,01	6,94 c	0,01	R
NB 7201	6,07 c	0,01	5,23 c	0,01	R
NB 7233	8,84 c	0,03	9,45 b	0,03	R
NB 7241	6,42 c	0,01	4,61 c	0,01	R
NB 7253	10,73 b	0,03	4,22 c	0,01	R
NB 7283	10,63 b	0,03	5,87 c	0,01	R
NB 7443	11,96 b	0,04	8,29 b	0,02	R
PENTA	13,12 b	0,04	6,22 c	0,01	R
PREMIUM FLEX	5,74 c	0,01	9,23 b	0,02	R
SPEED	5,45 c	0,01	8,13 b	0,02	R
STRIKE	7,84 c	0,02	4,04 c	0,01	R
TORK	13,29 b	0,05	8,46 b	0,02	R
TRAKTOR	9,55 c	0,02	5,35 c	0,01	R
VALENT	10,71 b	0,04	5,95 c	0,01	R
TOMATE	196,48 a	7,72	226,28 a	10,24	S
CV (%)	31,02		23,51		

¹Os dados são médias de dez repetições e foram transformados em $\sqrt{x}+0,5$ para análise estatística. ²Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot tem nível de 5% de probabilidade de erro. ³Fator de reprodução = P_f/P_i (P_f a população final e P_i a população inicial). As médias correspondem aos dados originais e foram transformadas em $\sqrt{x}+0,5$ para análise estatística. ⁴Reação dos genótipos, sendo R = Resistente (FR < 1); S = Suscetível (FR ≥ 1); I = Imune (FR=0).

Na avaliação com *M. paranaensis*, o FR variou de 0,01 para os híbridos FLASH, MASTER, NB 7201, PREMIUM FLEX, NB 7241 e SPEED a 0,08 para o híbrido FORT, que podem ser, então, classificados como resistentes. Resultados semelhantes foram

obtidos por Moritz et al. (2003), onde trinta cultivares de milho foram testados e apenas 1 se comportou como suscetível e por Carneiro et al. (2007), que avaliaram onze genótipos de milho, onde apenas um se comportou como imune e os demais foram resistentes ao *M. paranaensis*.

Com relação ao *M. incognita*, o FR variou de 0,01 para os híbridos VALENT, STRIKE, PENTA, NB 7253, NB 7241, NB 7201, GARRA, FORT, NB 7283, MASTER, TRAKTOR e EXCELLER a 0,03 para os híbridos FLASH e NB 7233. Apesar da variação no FR, todos os genótipos de milho avaliados se comportaram como resistentes, pois não permitiram a multiplicação do nematóide. Resultados diferentes dos obtidos no presente estudo foram observados por Moritz et al. (2003) para o híbrido TORK, que se comportou como suscetível para *M. incognita* raça 1, por Lordello et al. (1986; 1987; 1994) e Carneiro et al. (2007), pois em suas avaliações não constataram fontes de resistência quanto à reação de cultivares à este nematóide.

Nas avaliações de plantas inoculadas com o *M. paranaensis*, as maiores médias para altura foram observadas nos genótipos PENTA e NB 7233. Para o *M. incognita* raça 1, as maiores médias foram observadas para os genótipos FLASH, PENTA e SPEED, indicando que o parasitismo não influenciou o crescimento da planta. As menores médias foram observadas nos genótipos NB 7241, TRAKTOR, NB 7253, VALENT e MASTER, e este último híbrido diferiu estatisticamente da sua testemunha não inoculada (Tabela 2). Mas, pelo resultado, não se pode afirmar que a menor altura das plantas tenha ocorrido pelo parasitismo, uma vez que todos os genótipos apresentaram FR < 1 (Tabela 2), sendo classificados como resistentes.

Para o peso médio de raízes, as menores médias foram para os genótipos PREMIUM FLEX e NB 7241 com o *M. paranaensis*. Para o *M. incognita*, os genótipos TORK, STRIKE NB 7253, NB 7283, GARRA e FLASH apresentaram as maiores médias e diferiram significativamente das demais, seja para *M. incognita* ou *M. paranaensis*. Os resultados obtidos são promissores no sentido de habilitarem os híbridos de milho com FR < 1, considerados resistentes, e, assim, poderem ser empregados no cultivo em sucessão a outras culturas em áreas com presença dos nematóides e, também, serem aproveitados como fonte de resistência em programas de melhoramento de milho.

Tabela 2. Médias de altura e peso de raízes dos genótipos de milho frente ao parasitismo de *M. paranaensis* e a *M. incognita* raça 1, aos 60 dias da inoculação.

Genótipo	<i>Meloidogyne paranaensis</i>		<i>Meloidogyne incognita</i>	
	Altura (m)	Peso (g)	Altura (m)	Peso (g)
EXCELLER I	1,51 ¹ a ²	18,49 c	1,50 b	12,97 d
EXCELLER NI	1,54 a	17,69 c	1,51 b	25,74 c
FLASH I	1,59 a	13,743 c	1,6 b	35,81 b
FLASH NI	1,70 a	19,73 b	1,57 b	31,96 b
FORT I	1,50 a	24,03 b	1,35 c	21,55 c
FORT NI	1,64 a	19,76 b	1,33 c	19,65 c
GARRA I	1,44 a	19,46 b	1,42 c	32,75 b
GARRA NI	1,25 b	19,65 b	1,42 c	25,77 c
MASTER I	1,51 a	16,03 c	1,35 c	24,34 c
MASTER NI	1,46 a	17,69 c	1,29 d	21,59 c
NB 7201 I	1,42 a	16,66 c	1,47 b	15,57 d
NB 7201 NI	1,07 b	10,10 c	1,46 b	10,24 d
NB 7233 I	1,60 a	23,33 b	1,51 b	20,43 c
NB 7233 NI	1,69 a	20,39 b	1,45 b	17,16 d
NB 7241 I	1,14 b	38,63 a	1,42 c	26,47 c
NB 7241 NI	0,97 b	13,13 c	1,45 b	28,11 c
NB 7253 I	1,41 a	21,52 b	1,49 b	35,59 b
NB 7253 NI	1,28 b	27,04 b	1,43 c	37,66 b
NB 7283 I	1,58 a	22,69 b	1,48 b	32,61 b
NB 7283 NI	1,56 a	34,58 a	1,52 b	27,88 c
NB 7443 I	1,53 a	16,20c	1,40 c	27,21 c
NB 7443 NI	1,61 a	26,93b	1,54 b	32,77 b
PENTA I	1,69 a	23,88 b	1,72 a	15,22 d
PENTA NI	1,68 a	24,03 b	1,59 b	15,56 d
PREMIUM FLEX	1,46 a	37,55 a	1,42 c	25,82 c
PREMIUM NI FLEX	1,31 b	41,71 a	1,48 b	13,28 d
SPEED I	1,54 a	21,18 b	1,84 a	16,73 d
SPEED NI	1,68 a	32,94 a	1,60 b	12,94 d
STRIKE I	1,49 a	16,18 c	1,40 c	40,26 b
STRIKE NI	1,58 a	15,43 c	1,17 d	37,05 b
TORK I	1,49 a	21,77 b	1,47 b	37,82 b
TORK NI	1,70 a	22,50 b	1,43 c	51,36 a
TRAKT I OR	1,23 b	27,23 b	1,13 d	21,94 c
TRAKTOR NI	1,18 b	23,91 b	1,24 d	15,10 d
VALENT I	1,15 b	15,50 c	1,33 c	25,23 c
VALENT NI	1,50 a	22,54 b	1,42 c	21,44 c
CV (%)	17,77	33,71	14,93	35,07

¹Os dados são médias de dez repetições para cada tratamento com inoculação (I) e de cinco repetições para os tratamentos não-inoculados (NI) com *Meloidogyne* spp. ²Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot tem nível de 5% de probabilidade de erro.

Conclusão

Todos os genótipos se comportaram como resistentes em relação ao parasitismo de *M. paranaensis* e *M. incognita* raça 1 e causaram redução na população inicial do nematóide, apresentando FR < 1. Híbridos de milho resistentes ou que permitem apenas baixa taxa de multiplicação de *M. paranaensis* e de *M. incognita* são necessários para utilização em programas de rotação de culturas, para auxiliar no manejo de áreas infestadas por estes nematóides. Ressalta-se, portanto, a importância de mais pesquisas para que no futuro existam estratégias mais efetivas de combate a essa importante doença do milho.

Referências

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

BYRD, D. W.; FERRIS, H.; NUSBAUM, C. J. A method for estimating number of eggs of *Meloidogyne* spp. in soil. **Journal of Nematology**, v. 4, n. 4, p. 266-269, 1972.

CARNEIRO, R. G.; MORITZ, M. P.; MÔNACO, M. P. A.; NAKAMURA, K. C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo de milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e a *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 67-71, 2007.

FELLI, L. F. S.; MONTEIRO, A. R. Hospedabilidade de variedades de milho, a *Meloidogyne incognita* raça 1. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 6-7, 1987.

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZAKI, E.; TREVISAN, W. L. Nematóide das galhas danifica lavoura de milho em Goiás. **Nematologia Brasileira**, v.10, p. 145-149, 1986.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; SAWAZAKI, E. Avaliação da resistência de genótipos de milho a *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 23-24, 1987.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; SAWAZAKI, E. Avaliação da resistência de milho a *Meloidogyne incognita* e a *M. arenaria*. **Nematologia Brasileira**, v. 18, n. 1-2, p. 93-105, 1994.

MEDEIROS, J. E.; SILVA, P. H.; BIONDI, C. M.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 243-245, 2001.

MORITZ, M. P.; SIMÃO, G.; CARNEIRO, R. G. Reação de genótipos de milho às raças 1 e 3 de *Meloidogyne incognita* e a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 211-214, 2003.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen. Landbouwhogeschool**, v. 66, p. 3-46, 1966.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉN, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 429-485.

RIBEIRO, N. R. Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto a *M. javanica* e a *M. incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 3, p. 102-103, 2002.

TEIXEIRA, L. M. S.; MOURA, R. M. Desenvolvimento larval pós-infecção de três raças de *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae) em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 73-105, 1985.

Received on January 25, 2008.

Accepted on June 25, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.