

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A DIFERENTES ESPÉCIES DE *MELOIDOGYNE* SPP.

V. G. Kirsch¹, S. M. Kulczynski¹, M. Gabriel²,
A. Calderan-Bisognin¹, e C. Bellé^{2*}

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil; ²Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; *Autor para correspondência: crbelle@gmail.com

RESUMO

Kirsch, V. G., S. M. Kulczynski, M. Gabriel, A. Calderan-Bisognin, e C. Bellé. 2019. Reação de cultivares de soja a diferentes espécies de *Meloidogyne* spp. *Nematopica* 49:166-171.

A soja está entre as culturas mais afetadas pela presença de fitonematoides, resultando em grandes perdas na produtividade. Tendo em vista esse problema, o presente trabalho teve por objetivo verificar e confirmar as relações de tolerância, resistência e suscetibilidade de seis genótipos de soja ao parasitismo de cinco populações de nematoides, pertencentes a três espécies de *Meloidogyne* (*M. javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*). Plântulas de cada material genético (BMX Potência RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO, Fundacep 58 RR, FPS Urano RR, e BMX Ponta IPRO), foram mantidas em casa de vegetação e foram inoculados com 2.000 ovos + juvenis de segundo estágio de cada população de *Meloidogyne* separadamente, utilizando-se seis repetições por tratamento. Decorridos 75 dias, determinou-se o índice de galhas e o fator de reprodução (FR). Dentre as cultivares testadas a maioria foi suscetível ao nematoide-das-galhas, independente da origem da população. Apenas a cultivar BMX Turbo RR demonstrou reação de resistência as populações de *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

Palavras-chave: *Glycine max*, nematoides-das-galhas, resistência genética, suscetibilidade

ABSTRACT

Kirsch, V. G., S. M. Kulczynski, M. Gabriel, A. Calderan-Bisognin, and C. Bellé. Reaction of soybean cultivars to different species of *Meloidogyne* spp. *Nematopica* 49:166-171.

Soybean is among the crops most affected by the presence of nematodes, resulting in large losses in productivity each year. The aim of this study was to verify and confirm the relationships of tolerance, resistance, and susceptibility of six soybean cultivars to the parasitism of five nematode populations belonging to three species of *Meloidogyne* (*M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. morocciensis*). Seedlings of each soybean genotype (BMX Potência RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO, Fundacep 58 RR, FPS Urano RR, and BMX Ponta IPRO) were grown in a greenhouse and inoculated with 2,000 eggs + second-stage juveniles of each population of *Meloidogyne* population separately, using six replicates per treatment. After 75 days, the gall index (GI) and the reproduction factor (RF) were determined. Among the cultivars tested, most of them were susceptible to nematode galling, regardless of the origin of the nematode population. Only the cultivar BMX Turbo RR demonstrated a resistance reaction to *M. arenaria* and *M. morocciensis*.

Key words: Genetic resistance, *Glycine max*, root-knot nematode, susceptibility

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes nos cenários socioeconômico brasileiro e mundial. A produção anual da soja, no mundo, é de aproximadamente de 320 milhões de toneladas (Conab, 2018). No Brasil, são produzidas cerca de 95 milhões de toneladas, numa área próxima a 36 milhões de hectares (Conab, 2018). Todavia, esta produção é ameaçada pela ocorrência de doenças, capazes de diminuir drasticamente a produtividade, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Conforme Dias *et al.* (2010a), mais de 100 espécies de nematoides, de cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Entre os fitonematoides que parasitam a soja podem se destacar; *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Heterodera glycines*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.

No Brasil, a espécie mais comum do gênero *Meloidogyne* é *M. javanica*, que tem ocorrência generalizada e causa perdas de 10% a 40% na cultura hospedeira, principalmente em locais de solos arenosos ou médio-arenosos, enquanto que *M. incognita*, predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão e está associada à sucessão de cultura soja-algodão e soja-milho (Castro *et al.*, 2003; Carneiro *et al.*, 2005). Além dessas espécies, a soja pode ser parasitada por *M. arenaria*, *M. paranaensis*, *M. enterolobii*, *M. ethiopica*, *M. morocciensis* e *M. luci* (Miranda *et al.*, 2011; Bellé *et al.*, 2016; Mattos *et al.*, 2016).

O planejamento das estratégias de controle de fitonematoides é fundamental para o sucesso do mesmo, considerando a integração de vários métodos, sendo um deles o uso de genótipos resistentes ou tolerantes (Dias *et al.*, 2010b). A utilização de genótipos resistentes a fitonematoides tem como vantagens a capacidade de suprimir a reprodução dos nematoides, a redução no risco de contaminação do ambiente, o fato de não requerer equipamentos especiais para sua utilização, além de o custo de aquisição ser semelhante ao custo de sementes de cultivares suscetíveis (Araujo *et al.*, 2012).

Aproximadamente 80 cultivares de soja recomendadas para o Brasil foram classificadas como resistentes, moderadamente resistentes ou

suscetíveis a *M. incognita* ou *M. javanica* (Dias *et al.*, 2010a). Porém, ainda existem várias cultivares para as quais não se sabe a reação, se de resistência ou de suscetibilidade aos nematoides do gênero *Meloidogyne* (Araujo *et al.*, 2012).

Com o objetivo de verificar e confirmar as relações de tolerância, resistência e suscetibilidade de algumas cultivares de soja disponíveis no mercado, o presente trabalho avaliou a reação de seis genótipos de soja ao parasitismo de cinco populações de nematoides, das espécies *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal Farroupilha, campus Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, no período de outubro de 2015 a janeiro de 2016. Foram utilizadas seis cultivares de soja amplamente semeadas na região Norte do Rio Grande do Sul: BMX Potência RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO, Fundacep 58 RR, FPS Urano RR e BMX Ponta IPRO. O experimento foi realizado em casa de vegetação climatizada com temperatura ajustada a $25 \pm 3^\circ\text{C}$.

Como fontes de inóculo foram utilizadas três populações de *M. javanica* Est J3, provenientes de Sarandi (MjSA), Carazinho (MjCA) e Tupanciretã (MjTU), uma de *M. arenaria* Est A2, proveniente de Não-Me-Toque (MaNMT) e uma de *M. morocciensis* Est A3, proveniente de Cerrito (MmCE) (Kirsch *et al.*, 2016), mantidas e multiplicadas em plantas de tomate 'Santa Cruz' (*Solanum lycopersicum*). A confirmação das espécies foi realizada utilizando-se a técnica de eletroforese para isoenzimas (Carneiro e Almeida, 2001).

As diferentes cultivares de soja foram semeadas em vasos contendo solo e substrato comercial previamente autoclavados na proporção 2:1. Decorridos 15 dias após a emergência, as plântulas foram inoculadas com cada espécie do nematoide-das-galhas separadamente. Para isso 2000 ovos + juvenis de 2º estágio (J2) foram colocados em dois orifícios feitos próximos ao colo das plantas.

As avaliações ocorreram aos 75 dias após a

inoculação. As raízes das plantas foram lavadas e avaliadas quanto ao número e índice de galhas (IG), segundo metodologia descrita por Taylor e Sasser (1978). Em seguida, as raízes foram processadas segundo metodologia de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981), obtendo-se suspensão aquosa para contagem dos ovos e juvenis para o cálculo fator de reprodução (FR = população final/população inicial) em cada unidade experimental (Oostenbrink, 1966).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo: seis (cultivares da soja) x seis (cinco populações de *Meloidogyne* e um tratamento com ausência de inoculação), dispostos em seis repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade com intuito de verificar suas pressuposições. A normalidade foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias por Bartlett. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e após foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (Cruz, 2013). Adicionalmente, a reação dos genótipos de soja foi classificada de acordo com os valores de FR de cada um dos nematoides testados, considerando-se como resistentes, aqueles cujo nematoide apresentou $FR < 1,00$ e suscetíveis, aqueles com $FR > 1,00$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as populações de *Meloidogyne* spp. testadas mostraram-se capazes de induzir sintomas de galhas e reproduzir em todas as cultivares de soja avaliadas. Analisando a reação das cultivares de soja as populações de *Meloidogyne* (Tabela 1), verificamos que as cultivares BMX Ponta IPRO, BMX Potência RR, FPS Urano RR e TEC 6029 IPRO, quando inoculadas com as diferentes populações do *Meloidogyne*, apresentaram-se suscetíveis (IG=5). Enquanto que a cultivar BMX Turbo RR apresentou menor índice de galhas quando inoculada com MjTU (IG=3), MjCA (IG=3), MaNMT (IG=1) e MmCE (IG=2).

A cultivar BMX Turbo RR foi a que apresentou os menores IG à *M. arenaria* e *M. morocciensis*, com IG = 1 (MaNMT) e 2 (MmCE), respectivamente. As demais cultivares de soja apresentaram IG entre 3 e 5, para as diferentes

populações de *Meloidogyne* inoculadas (Tabela 1). Conforme pode ser observado, todas as cultivares avaliadas apresentaram fator de reprodução superior a 1,0, que, embora inferiores ao obtido com o tomateiro, caracterizam suscetibilidade às espécies do nematoide-das-galhas estudadas, com exceção da cultivar BMX Turbo RR para MaNMT (*M. arenaria*) e MmCE (*M. morocciensis*), com FR igual a 0,42 e 0,36, respectivamente (Tabela 1).

Foram observadas diferenças significativas entre as populações de *Meloidogyne* avaliadas com fatores de reprodução que variam de 0,36 a 43,1 (Tabela 1), sendo estes observados nos tratamentos da cultivar BMX Turbo RR com a população MmCE (*M. morocciensis*) e da cultivar BMX Potência RR com a população MaNMT (*M. arenaria*), respectivamente.

Analisando a reação das cultivares de soja à cada população de *Meloidogyne*, verificamos que as menores taxas de reprodução foram observadas na cultivar BMX Turbo RR para a maioria das populações testadas, e na cultivar TEC 6029 IPRO, quando inoculada com MjSA (Tabela 1). Portanto, pode-se atribuir a estas cultivares certo nível de resistência à reprodução e ao desenvolvimento das respectivas populações, sendo assim capazes de reduzir os danos à soja em condições de campo.

No presente trabalho, foi verificado maior FR da população MaNMT (*M. arenaria*) associada com as cultivares BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Ponta e TEC 6029 IPRO, com FR de 43,10; 26,57; 19,44 e 14,32, respectivamente, demonstrando maior reprodução da população de *M. arenaria* a estas cultivares de soja.

Considerando a resistência das cultivares de soja frente as cinco populações de *Meloidogyne*, pode-se verificar que a maioria das cultivares avaliadas neste estudo se caracterizaram como suscetíveis ($FR > 1$), exceto a cultivar BMX Turbo RR que se destacou por ser classificada como resistente ($FR < 1$) à MaNMT (*M. arenaria*) e MmCE (*M. morocciensis*).

As cultivares BMX Potência RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 são descritas como moderadamente resistentes a *M. javanica* (Oliveira e Rosa, 2014). Entretanto, esse fato não se confirmou no presente trabalho, no qual as cultivares apresentaram índice de galhas igual a 5 e fator de reprodução maior que um (Tabela 1).

A reação da cultivar BMX Turbo RR à *M. javanica*, segundo informações dos detentores da cultivar (Lazarotto, 2016) é também de moderada

Tabela 1. Índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR) de populações de *Meloidogyne* em diferentes cultivares de soja, com determinação da reação das cultivares.

Cultivares	Índice de galhas ^u				
	MjSA ^v	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
BMX Ponta IPRO	5	5	5	5	5
BMX Potência RR	5	5	5	5	5
FPS Urano RR	5	5	5	5	5
BMX Turbo RR	5	3	3	1	2
TEC 6029 IPRO	5	5	5	5	5
Fundacep 58 RR	5	5	5	4	5
Tomate ^w	5	5	5	5	5

Cultivares	Fator de Reprodução ^x				
	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
BMX Ponta IPRO	4,94 bcBC ^y	7,22 abB	10,11 bB	19,44 cA	4,58 aBC
BMX Potência RR	10,77 bB	6,34 abBC	4,70 bcBC	43,10 aA	3,72 aCD
FPS Urano RR	17,67 aB	7,89 aC	18,43 aB	26,57 bA	1,94 aCD
BMX Turbo RR	4,26 cA	1,19 bA	1,14 cA	0,42 dA	0,36 aA
TEC 6029 IPRO	3,6 cB	5,64 abB	3,53 cB	14,32 cA	2,07 aB
Fundacep 58 RR	18,98 aA	4,28 abB	4,10 bcB	2,83 dB	4,64 aB
Tomate	37,54	27,63	7,24	40,06	37,32
CV (%)	28,82				

Cultivares	Reação ^z				
	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
BMX Ponta IPRO	S	S	S	S	S
BMX Potência RR	S	S	S	S	S
FPS Urano RR	S	S	S	S	S
BMX Turbo RR	S	S	S	R	R
TEC 6029 IPRO	S	S	S	S	S
Fundacep 58 RR	S	S	S	S	S
Tomate	S	S	S	S	S

^uÍndice de galhas baseada em Taylor and Sasser (1978): 0 = sem galhas, 1 = 1 a 2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 31 a 100 e 5 = mais de 100 galhas por sistema radicular.

^vPopulações utilizadas: MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

^wTestemunha suscetível.

^xFator de Reprodução = população final (PF)/população inicial (Pi = 5000).

^yMédias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^zReação: R = Resistente (FR < 1); S = Suscetível (FR > 1).

resistência. Entretanto, essa cultivar foi classificada como suscetível (Tabela 1) a MjSA (FR=4,26), MjTU (FR=1,19) e MjCA (FR=1,14).

A identificação de fontes de resistência aos nematoides-das-galhas tem resultado em informações contraditórias, em função dos critérios utilizados e reprodução das populações avaliadas. Esta divergência, quanto a classificação de reação correta das cultivares, também foi verificada por Mendes e Rodriguez (2000) e Dias et al. (2010a). Apesar das diferenças nas metodologias de condução e avaliação de experimentos dedicados a avaliar resistência da cultura da soja a nematoides-das-galhas, percebe-se a dificuldade dos autores em geral em conseguir materiais que satisfaçam os critérios de resistência e causem redução da população de *M. javanica* (Mendes e Rodriguez, 2000; Schmitt e Belle, 2017).

Para *M. arenaria* existem poucos trabalhos com testes de cultivares, sendo, porém, considerado tão agressivo quanto *M. javanica* para a cultura da soja (Ibrahim et al., 1993). Já *M. morocciensis*, por não ser comumente encontrado associado com a cultura da soja, tem quantidade reduzida de trabalhos que visem a identificação de fontes de resistência ao mesmo (Mattos et al., 2016).

Assim, com os resultados deste trabalho, verifica-se que existem cultivares de soja adaptadas para o Rio Grande do Sul com resistência para *M. arenaria* e *M. morocciensis*. Porém, são poucas as fontes estudadas e os níveis de resistência das fontes não são altos, fazendo com que o controle destes patógenos pelo uso da resistência genética seja restrito. Diante disto, mais estudos sobre patossistemas envolvendo nematoides são necessários, já que o uso de cultivares resistentes constitui-se na medida mais eficiente para controle de fitonematoides, principalmente se associado com outras características como resistência a ferrugem asiática, a fungos de solo e resistência a seca.

O uso de diversos sistemas de manejo de nematoides, como rotação de culturas com plantas não hospedeiras, aplicação de produtos químicos e biológicos ao solo e tratamento de sementes são alternativas de controle que podem e devem ser utilizadas, em conjunto com o uso de cultivares resistentes ou tolerantes, ampliando os efeitos de ambos os métodos de controle e possibilitando a redução da população a níveis em que se consiga cultivar o solo com maior facilidade.

CONCLUSÕES

As cultivares BMX Ponta IPRO, BMX Potência RR, FPS Urano RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 foram suscetíveis às cinco populações de *Meloidogyne* testadas.

A cultivar BMX Turbo RR é resistente às populações de *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

LITERATURA CITADA

- Araujo, F. F., R. J. Bragante, and C. E. Bragante. 2012. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 42:220-224.
- Bellé, C., D. Brum, M. Z. Groth, D. R. Barros, T. E. Kaspary, J. T. Schafer, and C. B. Gomes. 2016. First report of *Meloidogyne luci* parasitizing *Glycine max* in Brazil. *Plant Disease* 100:2174
- Bonetti, J. I. S., and S. Ferraz. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6:553.
- Carneiro, R. M. D. G., and M. R. A. Almeida. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira* 25:35-44.
- Carneiro, R. M. D. G., D. I. Neves, R. Falcão, N. S. Paes, E. Cia, and M. F. G. Sá. 2005. Resistência de genótipos de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3: Reprodução e histopatologia. *Nematologia Brasileira* 29:1-10.
- Castro, J. M. C., R. D. Lima, and R. M. D. G. Carneiro. 2003. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras. *Nematologia Brasileira* 27:1-12.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, Brasil, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- Cruz, C. D. 2013. Genes – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35:271-276.
- Dias, W. P., V. M. Freitas, N. R. Ribeiro, A.W.

- Moita, M. Homechin, M. B. Parpinelli, and R. M. D. G. Carneiro. 2010a. Reação de genótipos de soja a *Meloidogyne enterolobii* e *M. ethiopica*. *Nematologia Brasileira* 34:220-225.
- Dias, W. P., A. Garcia, J. F. V. Silva, and G. E. S. Carneiro. 2010b. Circular Técnica – Embrapa Soja, Londrina p. 1-8.
- Hussey, R. S., and K. R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- Ibrahim, I. K. A., and S. A. Lewis. 1993. Pathogenicity and reproduction of *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2 and *M. incognita* race 3 on soybean. *Nematropica* 23:159-166.
- Kirsch, V. G., S. M. Kulczynski, C. B. Gomes, A. C. Bisognin, M. Gabriel, C. Bellé, and I. Lima-Medina. 2016. Caracterização de espécies de *Meloidogyne* e de *Helicotylenchus* associadas à soja no Rio Grande do Sul. *Nematropica* 46:197-208.
- Lazarotto, S. Cultivar de soja, Brasmax Turbo RR. 2016. Disponível em: <<http://www.cooperativafarol.com.br/produtos/708/bmx-turbo-rr>>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- Mattos, V. S., V. R. Correa, A.W. Moita, D. F. Santos, M. R. A. Almeida, P. Castagnone-Sereno, C. Furlanetto, R. M. D. G. Carneiro, and J. G. P. Silva. 2016. *Meloidogyne* spp. populations from native Cerrado and soybean cultivated areas: genetic variability and aggressiveness. *Nematology* 18:505-515.
- Mendes, M. L., and P. B. N. Rodriguez. 2000. Reação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] aos nematoides de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R.1,2,3 e 4. *Nematologia Brasileira* 24:211-217.
- Miranda, D. M., L. Favoreto, e N. R. Ribeiro. 2011. Nematóides – um desafio constante. *Boletim de Pesquisa da Soja* 15:400-414.
- Oliveira, A. C. B., and A. P. S. A. Rosa. 2014. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016. Embrapa Clima Temperado. Documentos 382:1-124.
- Oostenbrink, R. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededeelingen Landbouwhoogeschool* 66:1-46.
- Schmitt, J., and C. Belle. 2017. Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. *Nematropica* 46:76-80.
- Taylor, A. L., and J. N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes. Raleigh: NCSU Graphics, p. 111.

Received:

9/II/2018

Accepted for publication:

24/V/2019

Recibido:

Aceptado para publicación: