

Avaliação da Resistência de Clones de Batata ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne* spp. em Campos Naturalmente Infestados

Jadir Borges Pinheiro – jadir.pinheiro@embrapa.br
 Giovani Olegario da Silva – giovani.olegario@embrapa.br
 Daniele Biscaia – daniele.biscaia@embrapa.br
 Jhenef Gomes de Jesus - gomesjhenef@gmail.com
 Ludmila Raulino de Souza - ludmilaraulino@gmail.com
 Caroline da Cruz Magalhães - carolinecruz.m@hotmail.com
 Camila dos Santos Alves - santoscamila.alves@hotmail.com

Mais de 140 espécies de fitonematóides, distribuídas em 45 gêneros, têm sido encontradas associadas aos cultivos de batata em todo o mundo, e as perdas médias anuais causadas por nematóides são estimadas em 12% da produção, podendo comprometer até 100% (Pinheiro e Lopes 2011). O gênero *Meloidogyne*, compreende os nematóides formadores de galhas, e está associado a uma enorme gama de hospedeiros, dificultando estratégias de controle, por exemplo aquelas baseadas exclusivamente na rotação de culturas.

Entre as espécies de *Meloidogyne* relacionadas à cultura da batata no Brasil, registra-se maior ocorrência de *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*. As três primeiras são mais adaptadas a climas com grande variação de temperatura (18°C-32°C) e a última, a climas mais amenos a frios, sendo que as duas primeiras espécies apresentam maior distribuição em regiões produtoras de batata no país (Pinheiro e Lopes 2011).

Os danos causados pelo nematóide-das-galhas não estão associados somente à redução no peso nos tubérculos, mas às alterações físico-químicas em resposta à infecção, com interferência direta na qualidade comercial dos tubérculos. Este patógeno, ao penetrar no sistema radicular da planta, pode induzir à formação de galhas nas raízes, afetar negativamente o desenvolvimento da planta em função da menor absorção de água e nutrientes e, ainda, causar galhas nos tubérculos, depreciando-os comercialmente (Lima-Medina *et al.* 2014).

Entre os métodos de controle mais difundidos para os fitonematóides estão a utilização de produtos químicos, a rotação de culturas, a utilização de plantas antagonistas, o alqueive e o emprego da resistência genética (Almeida *et al.* 2012). Sendo que a associação de mais de uma medida de controle na maioria das vezes é a melhor opção (Pinheiro *et al.* 2013). O uso de cultivares de batata menos suscetíveis ao nematóide das galhas é uma das alternativas mais desejáveis, por apresentar custo mais baixo além de maior eficácia. A resistência genética, além de ser uma ferramenta importante para o manejo das culturas, é também vantajosa para reduzir a multiplicação de nematóides, colaborando também para a safra seguinte.

E porque dizemos aqui menos suscetíveis? Pois não há registros de cultivares que poderíamos dizer que seriam resistentes aos nematóides das galhas; o que há são indícios de genótipos que seriam menos suscetíveis. No entanto esta comprovação também é um tanto complexa de se obter, visto que os nematóides normalmente não estão distribuídos uniformemente nas áreas de campo, mesmo naquelas inoculadas; também por terem seu desenvolvimento e multiplicação influenciado por diversas interferências ambientais, o que torna inclusive os trabalhos em condições controladas como em estufas, difíceis de se correlacionarem com situações reais de campo.

No entanto, devido à importância do tema, a Embrapa realiza um constante esforço

de caracterização dos clones em fase de melhoramento visando identificar aqueles menos suscetíveis, e que poderiam trazer uma vantagem competitiva quando lançados como cultivares.

Como exemplificação destes trabalhos apresentamos resumidamente dois estudos abaixo, que visaram verificar a reação de genótipos de batata em áreas de campo naturalmente infestadas por *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.

Os testes foram realizados no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Cidade do Gama, Distrito Federal. Em cada experimento foi avaliada a reação de um conjunto de clones e cultivares de batata ao parasitismo do nematóide-das-galhas.

O primeiro implantado em um campo previamente cultivado com mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), estava infestado por *M. incognita* raça 1 com média de aproximadamente 192,32 juvenis de 2º estágio (J2) por 150 cm³ de solo.

No segundo experimento, o campo havia sido previamente cultivado com *Sorghum halepense* e anteriormente com tomate, e estava infestado por *M. javanica*, com média em torno de 36 J2 por 150 cm³ de solo.

No momento dos plantios, cinco subamostras de solo foram coletadas em pontos equidistantes de cada parcela, para quantificação da população inicial dos nematóides. Após a coleta, estas amostras foram homogeneizadas e a quantidade de 1 kg foi retirada para constituir a amostra composta. As amostras foram processadas em laboratório. Após a extração dos nematóides, a população inicial de J2 de *Meloidogyne* por 150 cm³ de solo foi quantificada de cada parcela no plantio. Nas colheitas dos experimentos com batata, cerca

de 111 dias após os plantios, foram avaliadas a população final de J2 de *Meloidogyne* spp. por 150 cm³ de solo referente a cada parcela para o cálculo do fator de reprodução (FR): (população final na colheita + número total de juvenis extraídos da superfície externa dos tubérculos)/população inicial (no plantio). Plantas com FR < 1,00 foram consideradas mais resistentes, enquanto as com FR ≥ 1,00 foram consideradas suscetíveis. Em uma conceitualização mais simples de entender, o Fator de Reprodução (FR) indica quanto os nematóides conseguiram se multiplicar nos genótipos de batata, de modo que valores abaixo de 1 indicam que a população de nematóides diminuiu em comparação com a amostragem realizada antes do plantio da batata, ou seja, aquele clone de batata mostrou certo grau de resistência aos nematóides, proporcionando diminuição na quantidade desta praga. Por outro lado, FR igual a 1 indica que aquele clone proporcionou certa multiplicação dos nematóides mantendo a mesma população inicial. Enquanto que FR acima de 1 indica que aquele clone foi mais suscetível, proporcionando aumento na quantidade de nematóides na parcela.

Os resultados do primeiro experimento estão descritos do lado esquerdo da Tabela 1. Verificou-se que os clones F161-02-07, F131-26-08 e F76-01-07 apresentaram FR menor que a unidade (0,42, 0,98 e 0,99, respectivamente), sendo classificados como mais resistentes, enquanto que os clones F102-22-07, F131-06-08, F156-19-06, F183-08-01 e F50-01-08, apesar de não terem FR menor que a unidade, foram incluídos no mesmo grupo dos três clones citados acima pela análise estatística de agrupamento de médias, ambos seguidos pela letra 'b'. De acordo com os dados de estatística, os genótipos seguidos pela letra 'a' seriam os mais suscetíveis deste experimento.

Batata Show

Tabela 1. Fatores de reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 1 (FR1), e de *Meloidogyne javanica* (FR2) de clones de batata em campos naturalmente infestados.

Clones	FR1	Clones	FR2
F102-22-07	1,95 b	Agata	2,15 a
F110-01-07	4,71 a	Asterix	5,19 a
F131-06-08	2,38 b	C2519-1206	18,49 a
F131-26-08	0,96 b	F102-22-07	7,02 a
F156-19-06	2,34 b	F189-09-06	8,53 a
F161-02-07	0,42 b	F208-01-06	5,55 a
F183-01-08	2,75 b	F22-01-08	4,72 a
F21-09-07	8,79 a	F23-11-06	8,78 a
F22-01-08	8,90 a	F23-24-06	24,22 a
F50-01-08	1,49 b	F31-05-08	5,59 a
F76-01-07	0,99 b	F32-02-06	74,44 a
F97-07-08	8,92 a	F32-11-06	3,41 a
Catucha	12,72 a	F37-01-08	4,50 a
-	-	F38-03-07	10,50 a
Média geral	4,41	Média geral	13,08

Fator de reprodução com base em Oostenbrink (1966) (população final na colheita + NTJSET)/população inicial no plantio). Plantas com $FR < 1,00$ = resistentes. $FR \geq 1,00$ = suscetíveis. Valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$).

No segundo experimento, mostrado do lado direito na Tabela 1, todos os clones e cultivares foram considerados suscetíveis ($FR > 1$) a *M. javanica*, e não foi possível diferenciar estatisticamente os genótipos devido à baixa precisão experimental.

Apenas com o objetivo de exemplificar o que comentamos na introdução sobre as dificuldades de encontrar genótipos de batata resistentes aos nematoides das galhas, citamos abaixo resultados de outros trabalhos:

1- Na avaliação de genótipos de batata para reação aos nematoides-das-galhas, Charchar e Moita (1997) avaliaram 38 cultivares de batata, dentre elas uma brasileira e as demais europeias, em campo naturalmente infestado para reação a infecção mista de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*, e verificaram que as cultivares Achat, Esperant e Gigante foram as mais resistentes, com infecção dos tubérculos comerciais inferior a 20%.

2- Charchar e Moita (2001) avaliaram a resistência de 48 genótipos de batata, em sua maioria cultivares importadas, à infecção por *M. javanica* em campo naturalmente infestado. Apesar de observarem valor de FR de 25, classificaram a cultivar Achat como moderadamente resistente, pois a porcentagem de infecção foi menor que para os demais genótipos, 31%.

3- Em casa de vegetação, Silva *et al.* (2010) avaliaram a reação de genótipos de batata ('HPC 7 B', Lady Rosetta, Agata, Cupido, Monalisa, Panda, Itararé, Asterix, Capiro, Atlantic, Mayor e Canchan) a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* em duas épocas (julho a setembro de 2007 e janeiro a abril de 2008), e observaram nas duas épocas que, aos 60 dias após a inoculação, todos os clones e cultivares apresentaram reprodução das três espécies, sendo que *M. enterolobii* produziu o maior número de ovos.

4- Lima-Medina *et al.* (2012) avaliaram, em casa de vegetação, 55 dias após a inoculação, nove genótipos de batata (Catucha, BRS Clara, PCD 03-11 (atual BRSIPR Bel), Eliza, BRS Ana, Cristina (atual IPR Cris), Cota, Asterix e Agata) para reação a *M. incognita*, *M. graminicola*, *M. arenaria* e *M. ethiopica* e verificaram que todos os genótipos foram suscetíveis a *M. incognita*, *M. ethiopica*, e *M. arenaria* ($FR > 1$). Para *M. graminicola*, apenas os genótipos BRSIPR Bel, Asterix, Cristina, Agata e Eliza foram mais resistentes ($FR < 1$).

5- Silva *et al.* (2010) avaliaram 10 cultivares de batata em casa de vegetação para a reação aos nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. Dentre as cultivares avaliadas naquele trabalho, Agata e Asterix foram estudadas em comparação a um tomateiro suscetível. Ambas as cultivares apresentaram FR elevado, em média 26,9 e 29,2, respectivamente, próximo aos valores obtidos para o tomateiro (29,03). Ainda com relação àquele estudo, as cultivares Itararé (3,33) e Panda (5,2) apresentaram os menores valores de FR.

6- Schafer *et al.* (2017) avaliaram em casa de vegetação a reação ao *M. javanica* de três cultivares de batata nacionais BRS Ana, BRSIPR Bel e BRS F63 (Camila) e sete clones de batata, dentre os quais, F23-11-06, F22-01-08, F189-09-06, F23-24-06, F38-03-07 e F32-02-06, também avaliados no presente estudo. Todos os genótipos comportaram-se como

suscetíveis ($FR > 1$) naquele estudo. Os valores de FR variaram de 11,3 a 41,3 e foram menores para F22-01-08 (17,8), CL02-05 (11,3) e para as três cultivares testemunhas.

7- Lima-Medina *et al.* (2016) avaliaram nove cultivares de batata em casa de vegetação, dentre elas Catucha, Asterix e Agata, quanto à reação a oito espécies de nematoide-das-galhas, *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. enterolobii*, *M. paranaensis*, *M. hapla*, *M. morocciensis*, e *M. graminicola*, e verificaram que as cultivares foram suscetíveis a todas as espécies, exceto a *M. graminicola*. As cultivares com menor grau de suscetibilidade a *M. javanica* foram Catucha, Eliza e IPR Cris; a *M. incognita*, Agata; a *M. hapla*, Eliza; a *M. arenaria*, Cota, BRS Clara, Asterix, BRS Ana, Eliza e Agata; a *M. enterolobii*, BRSIPR Bel e Asterix; a *M. paranaensis*, Catucha, BRSIPR Bel, Agata, Asterix, Cota, BRS Clara e BRS Ana; a *M. morocciensis*, Agata e, a *M. graminicola*, as cultivares Eliza, IPR Cris e Asterix foram imunes, sendo Agata e Catucha, resistentes.

Observa-se, portanto, com base na ampla literatura e no presente estudo, que há grande variação na resposta genótipos de batata quanto à resistência para diferentes espécies de nematoides, o que indica a probabilidade de haver vários genes envolvidos na resistência ao nematoide das galhas.

Também parece que a reação mais comum dos genótipos de batata aos principais nematoides são variáveis níveis de resistência, mas raramente chegam a ser de elevada resistência ou de imunidade.

Verifica-se, também, com base em experiência prática, baixa precisão experimental da maioria dos experimentos, principalmente a campo, devido às interferências mencionadas no início deste texto, e em determinados casos, também em casa de vegetação; além de pouca correlação de resultados obtidos em local protegido e a resposta a campo. Com base nisso, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre este assunto, visando aprimorar as metodologias para a obtenção de maior precisão experimental e, ao mesmo tempo, possibilitar a avaliação de grande quantidade de clones para a reação ao nematoide-das-galhas.