

ANDRADE JÚNIOR VC; GOMES JAA; OLIVEIRA CM; AZEVEDO AM; FERNANDES JSC; GOMES, LAA; MALUF WR. 2016. Resistência de clones de batata-doce a *Meloidogyne javanica*. *Horticultura Brasileira* 34: 130-136. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100020>

## Resistência de clones de batata-doce a *Meloidogyne javanica*

Valter C Andrade Júnior<sup>1</sup>; Jorge AA Gomes<sup>1</sup>; Celso M Oliveira<sup>2</sup>; Alcinei M Azevedo<sup>3</sup>; José SC Fernandes<sup>1</sup>; Luiz AA Gomes<sup>2</sup>; Wilson R Maluf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina-MG; Brasil; valterjr15@gmail.com; jorge.agronomia@yahoo.com.br; cunha.fernandes@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, Brasil; celsodoliveira@yahoo.com.br, laagomes@dag.ufla.br; <sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, Brasil; alcineimistico@hotmail.com

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar clones de batata-doce (*Ipomoea batatas*) quanto à resistência à *Meloidogyne javanica*. Avaliaram-se 63 clones, dentre eles, cultivares comerciais (Brazlândia Rosada, Brazlândia Branca, Palmas, Princesa e Coquinho) além do tomateiro cv. Santa Clara (suscetível ao *Meloidogyne* spp.). As ramas foram plantadas em badejas de poliestireno expandido de 72 células com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições e seis plantas por parcela. A inoculação do patógeno foi feita 30 dias após o plantio das ramas e, após 75 dias, as ramas foram retiradas das bandejas e suas raízes lavadas. Foi realizada a extração dos ovos dos nematoides e procedeu-se a sua contagem. A classificação dos níveis de resistência foi realizada pelo fator de reprodução (FR) e o índice de reprodução (IR). Dos 63 clones avaliados 71,43% foram identificados como resistentes pelo fator de reprodução e 82,51% foram classificados como altamente resistente ou muito resistente pelo índice de reprodução. Pelas duas classificações de resistência utilizadas, foram selecionados, 71,43% clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne javanica*.

**Palavras-chave:** *Ipomoea batatas*, *Meloidogyne* spp., nematoides-das-galhas, fator de reprodução, índice de reprodução.

### ABSTRACT

#### Resistance of sweet potato clones to *Meloidogyne javanica*

The objective of this study was to evaluate and select clones of sweet potato (*Ipomoea batatas*) for their resistance to *Meloidogyne javanica*. Sixty-three clones were evaluated, among the commercial cultivars (Brazlândia Rosada, Brazlândia Branca, Palmas, Princesa and Coquinho) plus the tomato cv. Santa Clara (susceptible to *Meloidogyne* spp.). The stems were planted in expanded polystyrene trays with 72 cells with commercial substrate and maintained in a greenhouse. The experimental setup was a randomized blocks design with three replications and six plants per plot. The pathogen inoculation was carried out 30 days after the stems planting, and after 75 days the stems were removed from the polystyrene trays and their roots were washed. Extraction and counting of nematode eggs were carried out. Classifying resistance levels was carried out based on reproductive factors (FR) and reproduction index (IR). Of the 63 clones 71.43% were identified as resistant by the reproduction factor and 82.51% were classified as highly resistant or very resistant by reproduction index. When the both classification criteria were used, 71.43% of sweet potato clones were classified as resistant to *Meloidogyne javanica*.

**Keywords:** *Ipomoea batatas*, *Meloidogyne* spp., root-knot nematodes, reproduction factor, reproduction index.

(Recebido para publicação em 16 de setembro de 2014; aceito em 31 de julho de 2015)

(Received on September 16, 2014; accepted on July 31, 2015)

No mundo, a batata-doce (*Ipomoea batatas*) é a sexta cultura alimentar mais importante depois do arroz, trigo, batata, milho e mandioca. A Ásia é a maior região produtora de batata-doce do mundo com aproximadamente 80% da produção (CIP, 2013). O Brasil é o principal produtor no continente latino americano, obtendo em 2011, produtividade média de 12,4 t/ha em uma área plantada de 43.879 ha. Minas Gerais se destaca com a produção de 46.653 t em 2.672 ha de área cultivada (IBGE, 2011).

É considerada uma cultura rústica,

devido a sua ampla adaptabilidade, tolerância à seca, pouca exigência em fertilidade além de ser bem produtiva em solos pobres e degradados (Silva *et al.*, 2008). Embora apresente esses fatores é suscetível a um grande número de doenças causadas por fitopatógenos bem como ao ataque de inúmeras pragas que podem limitar sua produtividade. Dentre os fitopatógenos destacam-se os nematoides do gênero *Meloidogyne*, também conhecidos como nematoides-das-galhas. Em razão da sua distribuição mundial, ampla gama de

hospedeiros e capacidade de interação com outras espécies fitopatogênicas, este grupo de fitonematóides tornou-se um dos maiores causadores de prejuízos na agricultura (Perry *et al.*, 2009), e consequentemente, para o agricultor (Neves *et al.*, 2010). De acordo com Wesemael *et al.* (2011), embora *Meloidogyne* seja considerado em todo o mundo como o gênero mais importante de fitonematóides, informações na literatura científica sobre o impacto econômico dos nematoides-das-galhas são escassos.

Várias espécies de *Meloidogyne*

têm sido encontradas em campos de produção, incluindo *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica* (Silva *et al.*, 2011). *Meloidogyne javanica* é o segundo nematoide das galhas em ordem de importância que causa perda qualitativa à cultura da batata-doce, depois de *Meloidogyne incognita* (Jatala, 1991). No Brasil, as espécies mais importantes no cultivo de batata-doce são *Meloidogyne incognita* raças 1, 2, 3 e 4 e *Meloidogyne javanica* (Charchar & Ritschel, 2004).

Os sintomas da meloidoginose podem ser os mais diversos, incluindo necrose radicular, galhas radiculares, deficiências nutricionais, ramificação anormal das raízes, murcha e clorose. O processo de infecção ocorrendo no sistema radicular contribui para entrada de outros fitopatógenos além de predispor a planta a estresses ambientais, o que prejudica seu desenvolvimento (Marino *et al.*, 2012). No entanto, a formação de galhas com tamanho e formato variados, é o sintoma mais comum. Segundo Charchar & Ritschel (2004), a batata-doce é considerada como “falsa hospedeira”, devido suas raízes secundárias apresentarem grande potencial para acumular alta população dos nematoides com a presença de inúmeras fêmeas que produzem massas de ovos imperceptíveis a olho nu, sem formação de galhas.

Várias medidas de manejo de *Meloidogyne* spp. são recomendadas, a exemplo da fumigação do solo, da seleção de material de propagação sem a presença de nematoide, da rotação com culturas não hospedeiras, do controle biológico, do uso de produtos naturais e de cultivares resistentes (Echeverrigaray *et al.*, 2010). Devido aos problemas ambientais causados pelos nematicidas, além de geralmente ser uma prática antieconômica, requerer mão-de-obra na aplicação, apresentar alto custo e nem sempre ser eficiente (Pinheiro *et al.*, 2009), a utilização de cultivares resistentes é de grande importância econômica e provavelmente o método ambientalmente mais seguro (Wesemael *et al.*, 2011).

De acordo com Fiorini *et al.* (2007), a busca por fontes de resistência aos

nematoides, bem como a procura pelo desenvolvimento de cultivares resistentes, adaptadas às diversas condições brasileiras, tem sido preocupação de pesquisadores brasileiros, especialmente a partir do início da década de 1990. Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar e avaliar a resistência de clones de batata-doce ao nematoide, *Meloidogyne javanica*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Experimental de Hortaliças da HortiAgro Sementes Ltda., Fazenda Palmital, Município de Ijaci-MG e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitopatologia, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG, no período de janeiro a abril de 2013.

Foram avaliados 63 clones de batata-doce, sendo 58 provenientes do banco de germoplasma da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, além de cinco cultivares comerciais de batata-doce (Brazlândia Rosada, Brazlândia Branca, Palmas, Princesa e Coquinho) e da cultivar de tomate Santa Clara (*Solanum lycopersicum*), utilizada como padrão de suscetibilidade ao *Meloidogyne* spp. e controle. O banco de germoplasma da UFVJM sofreu no ano de 2013 uma reforma de padronização nominal, sendo os códigos antigos e atuais apresentados na tabela 1.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e seis plantas por parcela. Cada bloco foi composto por seis bandejas de poliestireno expandido de 72 células, preenchidas com aproximadamente 120 mL de substrato comercial Plantmax. Cada bandeja continha 11 fileiras de seis plantas representantes dos clones de batata-doce e uma fileira com o tomate cv. Santa Clara.

O experimento foi instalado no dia 25/01/2013 e para o plantio, utilizaram-se ramos de batata-doce com três a quatro gemas internodais e 20 cm de comprimento. Em 09/02/2013, 14 dias após o plantio das ramos de batata-doce, realizou-se o semeio na extremidade de

cada bandeja da cv. Santa Clara.

Para proceder à infestação do substrato, previamente foi efetuada a extração dos ovos a partir de plantas de tomateiro suscetíveis mantidos em casa de vegetação e altamente infectados por populações de *M. javanica*. Para a obtenção do inóculo, utilizou-se a metodologia descrita por Hussey & Barker (1973). Para quantificação, os ovos coletados na peneira de menor abertura foram transferidos, com auxílio de uma piceta com água para um béquer, e seu volume ajustado para um litro. Três alíquotas de 1 mL de suspensão foram transferidas para câmara de Peters e levadas ao estereomicroscópio onde determinou-se o número médio de ovos por mL, procedendo em seguida, a calibração da suspensão na concentração desejada.

As plantas foram inoculadas em 25/02/2013, depositando-se 2.400 ovos de *M. javanica* por célula ao redor do colo das plantas com auxílio de seringa automática de uso veterinário. Em câmara de eclosão foi avaliada a viabilidade do inóculo, e obtiveram-se 57,32% de ovos viáveis, o que corresponde a 1.375 ovos viáveis de *M. javanica* aplicados por planta.

Em 10/04/2013, decorridos 45 dias após a infestação do substrato, foi realizada a avaliação das plantas. Procedeu-se à cuidadosa lavagem do sistema radicular em água corrente, para a retirada completa do substrato de cultivo das raízes de batata-doce e do tomateiro, evitando-se o jato d'água direto em suas raízes, seguido da extração dos ovos de nematoides, conforme a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973). Logo após, foi quantificado o número total de ovos através da extrapolação da contagem de 1 mL da suspensão, em câmara de Peters por estereomicroscópio. A partir deste procedimento obteve-se a população final ( $P_f$ ) dos nematoides nas plantas de batata-doce e tomate.

As seguintes variáveis foram utilizadas para verificar a resistência dos clones de batata-doce a *M. javanica*: Índice de reprodução e Fator de reprodução. O fator de reprodução foi determinado pela fórmula:

$$FR = \frac{P_f}{P_i}$$

Onde: FR= Fator de reprodução,  $P_f$

= População final e  $P_f$  = População final de ovos viáveis. Segundo Oostenbrink (1966), os clones com FR igual ou maior que 1,0 são consideradas suscetíveis (S) e com valor menor que 1,0, resistentes (R).

O cálculo do índice de reprodução (IR) foi realizado considerando o tomateiro como padrão de suscetibilidade (100%) em relação à reprodução dos nematoides obtida nos clones de batata-doce. Assim, os valores obtidos da população final ( $P_f$ ) da batata-doce, foram divididos pela população final encontrados no tomateiro cv. Santa Clara. Os valores resultantes do cálculo para o índice de reprodução permitem a classificação dos clones de batata-doce, de acordo com a classificação estabelecida por Taylor (1967), onde: S, planta suscetível, reprodução normal, IR acima de 51%; LR, levemente resistente, IR de 26 a 50%; MoR, moderadamente resistente, com IR de 11 a 25%; MR, muito resistente, IR de 1 a 10%; AR/I, altamente resistente/imune, IR abaixo de 1%.

Para atender as pressuposições da análise estatística, os valores obtidos pelas classificações de resistência utilizadas, obtidos por contagem, foram submetidos à transformação de  $\log(x+2)$ , porém, nas tabelas são apresentados os valores originais. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando identificadas diferenças significativas pelo teste  $F$ , foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foi estimada também a herdabilidade no sentido amplo ( $h_a^2 = \frac{V_g}{V_e}$ ), o coeficiente de variação genético  $CV_g(\%) = \frac{\sqrt{V_g}}{m} \times 100$ , coeficiente de variação ambiental  $CV_e(\%) = \frac{\sqrt{V_e}}{m} \times 100$ , o coeficiente de variação relativo (CV), representado pela relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental ( $CV_g/CV_e$ ). Para a análise estatística, utilizou-se o software genético-estatístico Genes (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância verificou-se a presença de efeitos

**Tabela 1.** Códigos antigos e atuais dos clones de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, após nova padronização nominal (old and current codes of sweet potato clones from the UFVJM germplasm bank, after new nominal standardization). Diamantina, UFVJM, 2013.

Código antigo	Código atual	Código antigo	Código atual
Arruba	Arruba	BD-44	UFVJM-27
Batata mandioca	Batata mandioca	BD-46	UFVJM-28
Brazlândia Branca	Brazlândia Branca	BD-47	UFVJM-30
Brazlândia Rosada	Brazlândia Rosada	BD-48	UFVJM-31
Cambraia	Cambraia	BD-50	UFVJM-32
Cariru vermelha	Cariru vermelha	BD-52	UFVJM-33
Coquinho	Coquinho	BD-53	UFVJM-34
Espanhola	Espanhola	BD-54	UFVJM-35
Licuri	Licuri	BD-55	UFVJM-36
Palmas	Palmas	BD-56	UFVJM-37
Princesa	Princesa	BD-57	UFVJM-38
T Carro 1	T Carro 1	BD-62	UFVJM-39
T Carro 2	T Carro 2	BD-65	UFVJM-40
BD-02	UFVJM-01	BD-70	UFVJM-43
BD-03	UFVJM-02	BD-111 TO	UFVJM-44
BD-04	UFVJM-03	BD-113 TO	UFVJM-45
BD-05	UFVJM-04	BD-31 TO	UFVJM-46
BD-06	UFVJM-05	106-63	UFVJM-47
BD-07	UFVJM-06	BDI-155	UFVJM-48
BD-12	UFVJM-08	106-20	UFVJM-49
BD-13	UFVJM-09	106-43	UFVJM-50
BD-17	UFVJM-10	PA-36	UFVJM-51
BD-23	UFVJM-13	PA-26	UFVJM-52
BD-24	UFVJM-14	02-39	UFVJM-53
BD-27	UFVJM-17	BDI-158	UFVJM-55
BD-33	UFVJM-19	PA-40	UFVJM-56
BD-35	UFVJM-21	PA-18	UFVJM-57
BD-36	UFVJM-22	106-06	UFVJM-59
BD-38	UFVJM-23	04-05	UFVJM-60
BD-39	UFVJM-24	Sta. Rita do Araguaia	UFVJM-61
BD-42	UFVJM-25	BD-18	UFVJM-63
BD-43	UFVJM-26	-	-

significativos nos clones para ambas variáveis em estudo, pelo teste  $F$ . Os coeficientes de variação ambiental para o fator de reprodução e índice de reprodução foram, respectivamente de 19,79 e 8,39, indicando precisões de média a alta no controle ambiental. As estimativas do coeficiente de variação genética apresentaram valores de 58,81 para o fator de reprodução e 10,56 para o índice reprodução; estas estimativas

apresentam-se superiores ao coeficiente de variação ambiental, indicando que a variação genética obteve maior expressão em relação ao efeito do ambiente.

Os valores de 96,36% e 82,62% das estimativas de herdabilidade no sentido amplo obtidos para o fator de reprodução e índice de reprodução, respectivamente, foram altos, reforçando o fato de que a maior parte da variabilidade fenotípica foi devida a efeitos genéticos.

**Tabela 2.** Fatores de reprodução (FR) e índices de reprodução (IR%) de *Meloidogyne javanica* em 63 clones de batata-doce e na cultivar de tomate Santa Clara, e classificação desses clones quanto a resistência ou suscetibilidade aos nematoides {reproduction factor (FR) and reproduction index (IR%) for *Meloidogyne javanica* on 63 sweet potato clones and the Santa Clara tomato cultivar, and the rating of these clones for resistance or susceptibility to *Meloidogyne javanica*}. Diamantina, UFVJM, 2013.

Clones	Fator de reprodução		Índice de reprodução	
	FR**	Classe	IR **	Classe
Arruba	0,06a <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	0,37a	AR/I <sup>3</sup>
Batata mandioca	6,95d	S	25,87a	MoR
Brazlândia Branca	0,02a	R	0,04a	AR/I
Brazlândia Rosada	0,11a	R	0,66a	AR/I
Cambraia	4,01c	S	15,08a	MoR
Cariru vermelha	4,17c	S	13,82a	MoR
Coquinho	0,23a	R	0,43a	AR/I
Espanhola	2,91c	S	11,74a	MoR
Licuri	0,60a	R	2,10a	MR
Palmas	0,13a	R	0,45a	AR/I
Princesa	3,87c	S	8,98a	MR
T Carro 1	5,37d	S	17,34a	MoR
T Carro 2	0,55a	R	1,36a	MR
UFVJM-01	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-02	0,19a	R	0,54a	AR/I
UFVJM-03	3,42c	S	11,90a	MoR
UFVJM-04	1,36c	S	4,72a	MR
UFVJM-05	0,05a	R	0,11a	AR/I
UFVJM-06	0,24a	R	0,60a	AR/I
UFVJM-08	5,98d	S	20,55a	MoR
UFVJM-09	0,10a	R	0,11a	AR/I
UFVJM-10	0,08a	R	0,34a	AR/I
UFVJM-13	0,10a	R	0,11a	AR/I
UFVJM-14	0,10a	R	0,11a	AR/I
UFVJM-17	0,25a	R	0,92a	AR/I
UFVJM-19	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-21	4,71c	S	12,88a	MoR
UFVJM-22	39,43f	S	139,99c	S
UFVJM-23	0,15a	R	0,88a	AR/I
UFVJM-24	1,24b	S	3,56a	MR
UFVJM-25	0,05a	R	0,26a	AR/I
UFVJM-26	0,13a	R	0,67a	AR/I
UFVJM-27	0,56a	R	1,68a	MR
UFVJM-28	0,06a	R	0,37a	AR/I
UFVJM-30	0,19a	R	0,22a	AR/I
UFVJM-31	0,05a	R	0,29a	AR/I
UFVJM-32	0,32a	R	0,97a	AR/I
UFVJM-33	0,46a	R	1,78a	MR
UFVJM-34	14,90e	S	54,88b	S

Continua ...

Valores semelhantes de herdabilidade também foram descritos por Marchese *et al.* (2010) e Kalkmann *et al.* (2013), corroborando estes dados. Altos valores de herdabilidade condicionarão maior efetividade na seleção de plantas resistentes à *M. javanica*, para as características avaliadas, fato este reforçado pelo coeficiente de variação relativo, que apresentou valores de 2,97 e 1,26 para fator de reprodução e índice de reprodução, respectivamente. Segundo interpretação recomendada por Vencovsky (1978), a seleção de materiais genéticos se torna favorável quando a relação ( $CV_g/CV_p$ ) se apresenta acima da unidade, fato que foi verificado no presente estudo, indicando situação muito favorável para seleção.

O fator de reprodução apresentou valor 0,00 para sete clones de batata-doce (UFVJM-01, UFVJM-19, UFVJM-39, UFVJM-43, UFVJM-46, UFVJM-47 e UFVJM-59) e 48,65 para o controle (cv. de tomate Santa Clara), comprovando a viabilidade do inóculo de *M. javanica* utilizado (Tabela 2).

Considerando a classificação proposta por Oostenbrink (1966), 71,43% dos clones de batata-doce avaliados foram considerados resistentes ao *M. javanica*, apresentando fator de reprodução abaixo de 1,0. A classificação dos clones quanto à resistência é reforçada pelo teste de Scott-Knott, uma vez que os clones considerados resistentes pertencem a grupos estatisticamente distintos do tomateiro cv. Santa Clara e também dos clones de batata-doce classificados como suscetíveis, que por sua vez representam apenas 28,57% dos clones avaliados.

Dentre as cultivares comerciais avaliadas, todas se apresentaram como resistentes ao *M. javanica* de acordo com a classificação de Oostenbrink (1966), exceto a cultivar Princesa, que foi classificada como suscetível. Resultados obtidos por Huang *et al.* (1986) corroboram os obtidos no presente estudo para as cultivares comerciais (Brazlândia Rosada e Coquinho, mas diferem em relação a cultivar Brazlândia Branca). Das cinco cultivares comerciais presentes neste estudo, quatro (Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada, Coquinho e Princesa) são comuns ao experimento realizado por Charchar & Ritschel

Tabela 2. Continuação

Clones	Fator de reprodução		Índice de reprodução	
	FR**	Classe	IR **	Classe
UFVJM-35	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-36	0,23a	R	0,58a	AR/I
UFVJM-37	0,06a	R	0,07a	AR/I
UFVJM-38	0,15a	R	0,34a	AR/I
UFVJM-39	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-40	1,18b	S	4,20a	MR
UFVJM-43	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-44	0,22a	R	1,34a	MR
UFVJM-45	0,24a	R	0,57a	AR/I
UFVJM-46	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-47	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-48	0,15a	R	0,41a	AR/I
UFVJM-49	0,11a	R	0,17a	AR/I
UFVJM-50	0,66a	R	3,03a	MR
UFVJM-51	0,19a	R	0,22a	AR/I
UFVJM-52	2,18b	S	6,19a	MR
UFVJM-53	9,46d	S	30,09a	LR
UFVJM-55	2,06b	S	8,02a	MR
UFVJM-56	0,03a	R	0,03a	AR/I
UFVJM-57	0,05a	R	0,29a	AR/I
UFVJM-59	0,00a	R	0,00a	AR/I
UFVJM-60	1,37b	S	3,97a	MR
UFVJM-61	0,15a	R	0,34a	AR/I
UFVJM-63	0,29a	R	0,45a	AR/I
Santa Clara	48,65f	S	100c	S
Média	2,66		8,07	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (means followed by the same letter in the column do not differ by the Scott-Knott test 5%); Médias expressas com base nos dados não transformados (means based on the unprocessed data); <sup>2</sup>R= resistente (resistant); S= suscetível (susceptible); <sup>3</sup>S= suscetível (reprodução normal), IR acima de 51% {susceptible with normal reproduction and IR above 51%}; LR= levemente resistente, IR de 26 a 50% (slightly resistant, IR from 26 to 50%); MoR= moderadamente resistente, IR de 11 a 25% (moderately resistant, IR from 11 to 25%); MR= muito resistente, IR de 1 a 10% (very resistant plant, IR from 1 to 10%); AR/I= altamente resistente/imune, IR abaixo de 1% (highly resistant/immune, IR below 1%).

(2004). Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo contradizem os observados por estes autores, os quais classificaram como resistente somente a cultivar Princesa. Segundo Kalkmann *et al.* (2013) e Dias-Arieira *et al.* (2012), algumas discrepâncias entre os resultados obtidos em trabalhos envolvendo resistência a nematoides podem ocorrer, devido diferenças nas metodologias de avaliações de resistência ou em função

da variabilidade existente entre os isolados de nematoides utilizados nos experimentos.

De acordo com o índice de reprodução, foi constatada a distribuição dos clones de batata-doce em todas as cinco classes da escala de classificação elaborada por Taylor (1967) (Tabela 2). Entretanto, elevada proporção de clones demonstrou reação altamente resistente/imune ou muito resistente

ao *M. javanica*, reação semelhante ao já observado para a classificação de Oostenbrink (1966), onde a maior parte dos clones foi classificada como resistente, demonstrando assim, que os clones no presente estudo podem ser considerados maus hospedeiros para o *M. javanica*.

Quando se observa a classificação proposta por Taylor (1967) (Tabela 2), os clones classificados como altamente resistente/imune (AR/I) representaram no total 61,90% dos clones testados, e nestes incluem as cultivares comerciais, Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada, Coquinho e Palmas, enquanto a cultivar Princesa encontra-se entre os 20,61% dos clones classificados como muito resistente (MR). Considerando o mesmo nível de seleção utilizado por Marchese *et al.* (2010) que definiu como merecedores da seleção somente clones que apresentaram reação de AR/I e MR pelo índice de reprodução, estes clones serão então, aptos a serem selecionados. Em proporções bem menores, 12,69% e 1,60% dos clones avaliados foram classificados como moderadamente resistente e levemente resistente, respectivamente.

Quanto à reação dos clones à suscetibilidade, pode-se observar que além do tomateiro cv. Santa Clara, considerado controle suscetível (100% para o índice de reprodução), outros dois clones, UFVJM-22 e UFVJM-34 apresentam-se suscetíveis para o *M. javanica*, sendo que o clone UFVJM-22 proporcionou aumento de 1,40 vezes no índice de reprodução em relação ao apresentando pelo controle, podendo ser considerado assim, mais suscetível que o controle padrão.

Alta proporção de clones resistentes a *Meloidogyne* spp. tem sido relatada em experimentos com batata-doce. Charchar & Ritschel (2004) avaliaram a resistência para 13 populações de espécies e raças de *Meloidogyne* em 357 clones de batata-doce do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças e verificaram que 222 clones apresentaram reação altamente resistente, sem infecção por nenhuma das populações de nematoides. Maluf *et al.* (1996) avaliaram a resistência de outros 226 genótipos de batata-doce a *M. javanica* e *M.*

*incognita* e obtiveram alta proporção de genótipos resistentes para *M. javanica*.

Em relação às duas classificações de resistência utilizadas, ambas demonstraram ser úteis na distinção de clones resistentes e suscetíveis para o propósito de seleção de clones resistentes, fato este explicitado nos clones que apresentaram algum grau de resistência e obtiveram médias estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) do controle e dos clones considerados suscetíveis. Estas classificações têm sido utilizadas por vários autores em trabalhos similares quanto à seleção para resistência aos nematoides como Melo *et al.* (2011), Paula *et al.* (2011), Pilco *et al.* (2011), Silva *et al.* (2011) e Dias-Arieira *et al.* (2012). Entretanto, estas classificações proporcionam informações distintas, pois comparando-as, observa-se que alguns clones que foram classificados como suscetíveis pela classificação de Oostenbrink (1966) apresentaram algum grau de resistência pela classificação de Taylor (1967).

Verifica-se que a classificação pelo fator de reprodução é a mais indicada para utilização no processo de seleção de clones de batata-doce resistentes, uma vez que esta classificação baseia-se somente na relação entre número de ovos dos nematoides final e inicial obtidos na batata-doce. Com isto, os clones que apresentarem  $FR < 1$  tendem ao longo do ciclo de cultivo ter a população de nematoides reduzida ou até, a total eliminação dos nematoides, já que o ciclo da cultura é de aproximadamente 120 dias, enquanto, o ciclo de vida dos nematoides do gênero *Meloidogyne* tem duração aproximada de 30 dias. Sendo então, esta classificação de grande importância para plantas de ciclo longo e propagação assexuada, como é o caso da batata-doce.

Quanto à utilização da classificação pelo índice de reprodução, verificou-se que esta possibilita maior flexibilidade, devido ao ponto de truncagem utilizado para seleção dos clones basear-se em uma distribuição mais ampla de classes (AR/I, MR, MoR, LR e S). No entanto, esta classificação considera os níveis de resistência baseando-se no controle altamente suscetível, o tomate cv. Santa Clara. Neste sentido, para propósitos de seleção de clones resistentes, esta clas-

sificação não deve ser a preferível. De forma geral, verifica-se que a utilização do índice de reprodução é mais indicada para fins onde não se deseja realizar uma seleção rigorosa, uma vez que esta classificação baseia-se em várias classes de resistência, enquanto o fator de reprodução se baseia somente em duas classes (resistente ou suscetível).

Devido à dificuldade e ineficiência de se combater *Meloidogyne* spp. com agroquímicos, o uso de cultivares resistentes é o método que apresenta maior eficiência. Genótipos resistentes a nematoides foram verificados em batata-doce (Kalkmann *et al.*, 2013), genótipos de pimentão (Peixoto *et al.*, 1999), genótipos de alface (Ferreira *et al.*, 2011) e em genótipos de feijão (Santos *et al.*, 2012), todos com base em classificações de resistência. Desta forma, considerando a resistência conjunta por ambas as classificações, as cultivares comerciais (Brazlândia Rosada, Brazlândia Branca, Palmas, Coquinho), e os clones (Arruba, Licuri, T Carro 2, UFVJM-01, UFVJM-02, UFVJM-05, UFVJM-06, UFVJM-09, UFVJM-10, UFVJM-13, UFVJM-14, UFVJM-17, UFVJM-19, UFVJM-23, UFVJM-25, UFVJM-26, UFVJM-27, UFVJM-28, UFVJM-30, UFVJM-31, UFVJM-32, UFVJM-33, UFVJM-35, UFVJM-36, UFVJM-37, UFVJM-38, UFVJM-39, UFVJM-43, UFVJM-44, UFVJM-45, UFVJM-46, UFVJM-47, UFVJM-48, UFVJM-49, UFVJM-50, UFVJM-51, UFVJM-56, UFVJM-57, UFVJM-59, UFVJM-61, UFVJM-63) apresentaram-se resistentes e podem ser utilizados como fontes de resistência a *Meloidogyne javanica*.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); à CAPES, CNPq e FAPEMIG; à Universidade Federal e Lavras (UFLA); à empresa HortiAgro Sementes S.A. e ao Grupo de Estudos em Olericultura/UFVJM.

## REFERÊNCIAS

CHARCHAR JM; RITSCHER PS. 2004.

*Avaliação do banco de germoplasma de batata-doce da Embrapa Hortaliças para resistência a Meloidogyne spp.* Brasília: Embrapa Hortaliças, 28p.

CIP - Centro Internacional de La Papa. 2013, 6 de novembro. *Facts and figures about sweet potato*. Disponível em: <http://www.cipotato.org>.

CRUZ CD. 2013. Genes a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum* 35: 271-276.

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.

ECHEVERRIGARAY S; ZACARIA J; BELTRÃO R. 2010. Nematicidal activity of monoterpenoids against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology* 100: 199-203.

FERREIRA S; VIEIRA VLF; GOMES LAA; MALUF WR; CARVALHO FILHO JLS. 2011. Identificação de linhagens avançadas de alface quanto à resistência a *Meloidogyne javanica*. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 270-277.

FIORINI CVA; GOMES LAA; LIBÂNIO RA; MALUF WR; CAMPOS VP; LICURSI V; MORETTO P; SOUZA LA; FIORINI IVA. 2007. Identificação de famílias F2:3 de alface homocigotas resistentes aos nematoides das galhas. *Horticultura Brasileira* 25: 509-513.

HUANG SP; MIRANDA JEC; MALUF WR. 1986. Resistance to root-knot nematodes in Brazilian sweet potato collection. *Fitopatologia Brasileira* 11: 761-767.

HUSSEY RS; BARKER KR. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57: 1025-1028.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. *Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes 2011*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44).

JATALA P. 1991. Biology and management of plant-parasitic nematodes on sweet potato In: JANSSEN RK; RAMAN KV. *Sweet potato pest management: a global overview. Sweet potato pest management: a global perspective*. New Delhi: Oxford and IBH publishing. p. 359-378.

KALKMANN DC; PEIXOTO JR; NÓBREGA DDS. 2013. Reaction of sweet potato clones to *Meloidogyne incognita* races 1 and 4, and estimation of genetic parameters. *Horticultura Brasileira* 31: 293-296.

MALUF WR; AZEVEDO SM; CAMPOS VP. 1996. Heritability of root knot nematode *Meloidogyne* spp. resistance in sweet potatoes. *Journal of Genetic and Breeding* 50: 161-165.

MARCHESE A; MALUF WR; GONÇALVES NETO AC; GONÇALVES RDS; GOMES LAA. 2010. Seleção de clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 1. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 997-

- 1004.
- MARINO RH; GOMES LAA; OLIVEIRA CRUZ EM; SILVA ADC; BIANCHINI FG; MENESES TN; BLANK AF. 2012. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia alba*. *Scientia Plena* 8: 1-8.
- MELO OD; MALUF WR; GONÇALVES RJS; GONÇALVES NETO AC; GOMES LAA; CARVALHO RC. 2011. Triagem de genótipos de hortaliças para resistência a *Meloidogyne enterolobii*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 829-835.
- NEVES WDS; DALLEMOLE-GIARETTA R; ZOOCA RJF; COUTINHO MM. 2010. Efeito de extratos botânicos sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas* 4: 1-8.
- OOSTENBRINK M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen van de landbouwhogeschool te Wageningen* 66: 1-46.
- PAULA LAD; BIANCHI VJ; GOMES CB; FACHINELLO JC. 2011. Reação de porta-enxertos de pessegueiro *Meloidogyne incognita*. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 680-684.
- 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.
- PERRY RN; MOENS M; STARR JL. 2009. *Root-knot Nematodes*. CAB International. 483p.
- PILCO M; CROZZOLI GD; PERICHI RYG. 2011. Reacción de selecciones de batata al nematodo agallador *Meloidogyne javanica*. *Fitopatología Venezolana* 24: 52-55.
- PINHEIRO JB; BOITEUX LS; LOPES CA; SILVA GO. 2009. *Identificação de fontes de resistência ao nematoide Meloidogyne mayaguensis em acessos de tomateiro (Solanum Lycopersicon)*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 19p.
- SANTOS LNSD; ALVES FR; BELAN LL; CABRAL PDS; MATTA FDP; JUNIOR J; MORAES WBD. 2012. Damage quantification and reaction of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Meloidogyne incognita* race 3 and *M. javanica*. *Summa Phytopathologica* 38: 24-29.
- SILVA GO; PINHEIRO JB; VIEIRA JV; CARVALHO ADF. 2011. Seleção para resistência de genótipos de cenoura aos nematoides-das-galhas. *Horticultura Brasileira* 29: 335-341.
- SILVA JBC; LOPES CA; MAGALHÃES JS. 2008. Embrapa Hortaliças. Sistemas de produção, Versão Eletrônica. *Cultura da batata doce*. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batataadoce/index.htm>>. Acessado em: 28 out. 2013.
- TAYLOR AL. 1967. Introduction to research on plant nematology. In: *FAO guide to study and control of the plant-parasitic nematodes*. Rome: Food And Agricultural Organization of the United Nations. 133p.
- VENCOVSKY R. 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI E. *Melhoramento de milho no Brasil*. Piracicaba: Fundação Cargill. p. 122-199.
- WESEMAEL WML; VIAENE N; MOENS M. 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology, SI* 13: 3-16.