

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Coffea arabica* À *Meloidogyne* spp.¹

Larissa de Brito Caixeta²; Bárbara Joana dos Reis Fatobene³; Lucas Mateus Rivero Rodrigues⁴; Masako Toma Braghini⁵; Oliveira Guerreiro Filho⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e CNPq

² Bolsista PNPd/CAPEs, DSc, IAC / Centro de Café Alcides Carvalho, Campinas-SP, caixetalb@iac.sp.gov.br

³ Bolsista INCT/CNPq, DSc, EPAMIG / Lavras-MG, barbara.fatobene@gmail.com

⁴ Bolsista INCT/CNPq, DSc, IAC / Centro de Café Alcides Carvalho, Campinas-SP, lucasmrr@iac.sp.gov.br

⁵ Bolsista Consórcio Pesquisa Café, BS, IAC / Centro de Café Alcides Carvalho, Campinas-SP, mako@iac.sp.gov.br

⁶ Pesquisador científico, DSc, IAC/ Centro de Café Alcides Carvalho, Campinas-SP, Bolsista CNPq-DT, oliveiro@iac.sp.gov.br

RESUMO: Acessos silvestres da Etiópia e de progênies em geração F₂, derivados de cruzamento entre acessos etíopes e cultivares comerciais de *Coffea arabica* foram avaliados em relação à resistência a *Meloidogyne* spp., visando ao avanço de gerações para a obtenção de novas cultivares com boas características agrônomicas e resistência múltipla aos nematoides das galhas. Para tanto, foram avaliadas quatro progênies F₂ obtidas a partir da autofecundação dos acessos IAC 2211-2, IAC 2211-4A, IAC 2211-4B e IAC 2139-4; duas progênies de meios irmãos em geração F₂ dos híbridos H 20397-1 e H 20398-1, ambas derivadas de cruzamento entre acessos da Etiópia e a cultivar IAC 125 RN, resistente a *M. exigua* e à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e uma progênie de meios irmãos em geração F₂ do híbrido H 20389-1 derivada de cruzamento entre o Sarchimor IAC 4933 resistente à ferrugem e o acesso IAC 2211-6. As cultivares IAC 125 RN e IAC Catuaí SH3 também foram avaliadas quanto à reação à *Meloidogyne* spp.. Como controle suscetível foi usada a cultivar Mundo Novo IAC 515-20. Mudanças com três pares de folhas foram inoculadas com 2.000 ovos + J2 / planta de *M. paranaensis*, *M. incognita* e *M. exigua* e avaliadas aos 180 dias após inoculação. Os níveis de resistência das plantas foram avaliados com base no índice de dano (ID), fator de reprodução (FR) e redução do fator de reprodução (RFR). Os acessos etíopes e as populações F₂ testadas segregaram para a resistência a *M. paranaensis* e *M. incognita*, porém, apresentaram bom desempenho quanto à resistência a *M. exigua*. A cultivar IAC 125 RN, além de apresentar resistência a *M. exigua* raças 1 e 2, também mostrou-se resistente a *M. incognita* raça 1, evidenciando resistência múltipla a estas espécies de nematoides das galhas.

PALAVRAS-CHAVE: Café arábica, Nematoides das galhas, Melhoramento de plantas.

RESISTANCE OF *Coffea arabica* GENOTYPES TO *Meloidogyne* spp.

ABSTRACT: Wild accessions of *Coffea arabica* from Ethiopia and progenies in F₂ generation were evaluated for resistance to *Meloidogyne* spp., aiming generation advancements to obtain cultivars with good agronomic characteristics and multiple resistance to the root knot nematodes. So, were evaluated four self-fertilizing genotypes, named IAC 2211-2, IAC 2211-4A, IAC 2211-4B and IAC 2139-4; two progenies F₂ half sibling of hybrids H 20389-1 and H 20398-1, both derived from the cross between Ethiopian access and the cultivar IAC 125 RN, resistant to *M. exigua* and coffee rust (*Hemileia vastatrix*); and one F₂ half sibling progenie of the hybrid H 20398-1 from the cross between Sarchimor IAC 4933, resistant to *H. vastatrix*, and the access IAC 2211-6. The cultivars IAC 125RN and IAC Catuaí SH3 were also evaluated for reaction to *Meloidogyne* spp.. As susceptible control was used the cultivar IAC Mundo Novo 515-20. Seedlings with three leaf pairs were inoculated with 2.000 eggs + J2 / plant of *M. paranaensis*, *M. incognita* and *M. exigua* and evaluated 180 days after inoculation. Genotype resistance levels were evaluated based on damage index (ID), reproduction factor (RF) and reduction of reproduction factor (RFR). Ethiopian accessions and F₂ populations segregated for resistance to *M. paranaensis* and *M. incognita*, however, showed good performance regarding resistance to *M. exigua*. The cultivar IAC 125 RN, besides being resistant to *M. exigua* races 1 and 2, also presented resistant to *M. incognita* race 1, showing multiple resistance to these species of root knot nematodes.

KEY WORDS: Arabica coffee, Root knot nematodes, Plant breeding.

INTRODUÇÃO

Dentre os nematoides associados às raízes do cafeeiro, os nematoides das galhas pertencentes ao gênero *Meloidogyne* são os mais limitantes à cafeicultura mundial (Salgado et al., 2011). Das 18 espécies de *Meloidogyne* que podem parasitar o cafeeiro, *M. incognita*, *M. exigua* e *M. paranaensis* destacam-se como as mais agressivas e mais disseminadas nas áreas de produção de café do Brasil (Campos & Villain, 2005). A resistência genética tem se revelado bastante promissora como medida eficaz de controle na cultura do cafeeiro. Fontes de resistência a diferentes espécies de *Meloidogyne* spp. têm sido encontradas em acessos silvestres de *C. arabica* oriundos da Etiópia (Silvarolla et al., 1998, Anzueto et al., 2001; Boisseau et al., 2009, Fatobene et al., 2017). Esses acessos representam importante fonte de variabilidade no melhoramento da espécie, dada a maior facilidade de hibridação com as cultivares comerciais e a consequente transferência de genes de resistência, assim como, à recuperação mais rápida de caracteres agrônomicos

desejáveis do parental recorrente. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a reação de acessos silvestres da Etiópia e de populações F_2 , derivadas de cruzamento entre estes acessos e cultivares altamente produtivas, a *Meloidogyne* spp., visando ao avanço de gerações para obtenção de cultivares com boas características agronômicas e resistência múltipla aos nematoides das galhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Fazenda Santa Elisa, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Foram avaliadas quatro progênies F_2 obtidas a partir da autofecundação dos acessos IAC 2211-2, IAC 2211-4A, IAC 2211-4B e IAC 2139-4; duas progênies de meios irmãos em geração F_2 dos híbridos H 20397-1 e H 20398-1, ambos derivados de cruzamento entre acessos da Etiópia e a cultivar IAC 125 RN, resistente a *M. exigua* e à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e uma progênie de meios irmãos em geração F_2 do híbrido H 20389-1 derivado de cruzamento entre o Sarchimor IAC 4933 resistente à ferrugem e o acesso IAC 2211-6. As cultivares IAC 125 RN e IAC Catuaí SH3 foram utilizadas respectivamente como controles resistentes *M. exigua* e à ferrugem. Como controle suscetível foi usada a cultivar Mundo Novo IAC 515-20.

As populações de *M. paranaensis*, *M. incognita* raça 1 e *M. exigua* raça 1 foram identificadas pelo marcador molecular SCAR espécie específico (Randig et al., 2002) e confirmadas as raças pelo teste de hospedeiras diferenciadoras (Hartman & Sasser, 1985). Populações puras destas espécies foram multiplicadas em cafeeiros suscetíveis à exceção de *M. exigua*, multiplicada em tomateiros. Os inóculos foram obtidos a partir de extração de raízes das plantas hospedeiras altamente infestadas utilizando-se o método de extração de Hussey & Baker (1973) modificado por Bonetti & Ferraz (1987).

Mudas de cafeeiros com três pares de folhas foram inoculadas com 2.000 ovos+J2/planta de cada espécie de *Meloidogyne* e avaliadas após 180 dias da inoculação. Os níveis de resistência dos genótipos foram avaliados com base no índice de dano (ID) por meio de escala de 0 a 5 pontos, onde plantas com $ID \leq 2$ foram consideradas resistentes e com $ID > 2$, suscetíveis (Hussey & Jansen, 2002; Bertrand et al., 2000). Também foi calculado o fator de reprodução (FR), estimado através da razão entre a população final e a população inicial, sendo as plantas classificadas como resistentes ($FR < 1$) ou suscetíveis ($FR \geq 1$) (Oostenbrink, 1966). A partir do FR foi avaliado o nível de resistência dos cafeeiros de acordo com critérios estabelecidos por Moura & Regis (1987) para classificação de hospedeiros, com base na redução do fator de reprodução (RFR). Os cafeeiros foram classificados como imunes (RFR=100%), resistentes (RFR= 99,9 a 90,1%), moderadamente resistentes (RFR= 90 a 75,1%) e suscetíveis (RFR= 75,0 a 0%). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com número variável de repetições e parcelas de uma planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados indicadores da reação das plantas em relação à resistência a *M. paranaensis*, *M. incognita* e *M. exigua* encontram-se respectivamente nas tabelas 1, 2 e 3. Em relação à resistência a *M. paranaensis*, (Tabela 1), observou-se na maior parte do germoplasma avaliado diferentes proporções entre plantas resistentes e suscetíveis segundo todos os parâmetros de resistência avaliados, evidenciando a segregação genética para a resistência ao nematoide e a natureza heterozigota das plantas matrizes amostradas. As progênies da cultivar IAC Catuaí SH3 e dos acessos IAC 2211-2, IAC 2211-4A e H20397-1 apresentaram 100% de plantas suscetíveis.

Tabela 1. Número de plantas avaliadas (n), índice médio de dano (ID), número de plantas com $ID < 2$, fator médio de reprodução (FR), número de plantas com $FR < 1$ e redução do fator de reprodução (RFR) dos tratamentos inoculados com *Meloidogyne paranaensis*.

	n	ID	Plantas ID < 2 (n)	FR	Plantas FR < 1 (n)	RFR (%)			
Cultivares						I	R	MR	S
IAC Mundo Novo 515-20	9	4,0	0	3,1	0	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
IAC 125 RN	11	3,0	3	2,6	2	0	0	9	91
IAC Catuaí SH3	8	5,1	0	5,0	0	0	0	0	100
IAC Catuaí SH3 C562/63	7	3,4	1	4,6	1	0	14	0	86
Acessos da Etiópia									
IAC 2211-2	9	3,0	0	4,3	0	0	0	0	100
IAC 2139-4	14	2,8	5	0,9	9	0	7	14	79
IAC 2211-4A	14	3,2	0	2,5	0	0	0	0	100
IAC 2211-4B	14	3,3	7	0,9	7	0	7	36	57
Populações F2									
H 20389-1 (IAC 4933 x IAC 2211-6)	14	3,7	1	4,0	1	0	0	7	93
H 20397-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-6)	14	3,2	0	5,0	0	0	0	0	100
H 20398-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-4B)	14	2,7	4	1,7	5	0	7	21	72

Quanto à reação dos cafeeiros a *M. incognita* (Tabela 2), o melhor desempenho em relação à resistência foi o da cultivar IAC 125 RN, com frequência de 100% de plantas resistentes em relação ao ID e FR; 82% de plantas resistentes e 18%

moderadamente resistentes em relação ao RFR. Estes resultados evidenciaram a resistência múltipla da cultivar IAC 125 RN às raças 1 e 2 de *M. exigua* e à raça 1 de *M. incognita*. Por outro lado, a cultivar Catuaí SH3 e os acessos IAC 2139-4 e 22114B foram considerados suscetíveis. Segundo a RFR, houve segregação para a resistência nas progênes F₂, com taxas variando de 56% (H20397-1) a 23% (H20398-1) de plantas resistentes.

Tabela 2. Número de plantas avaliadas (n), índice médio de dano (ID), número de plantas com ID < 2, fator médio de reprodução (FR), número de plantas com FR < 1 e redução do fator de reprodução (RFR) dos tratamentos inoculados com *Meloidogyne incognita*.

	n	ID	Plantas ID < 2 (n)	FR	Plantas FR < 1 (n)	RFR (%)			
Cultivares						I	R	MR	S
IAC Mundo Novo 515-20	10	3,5	0	5,1	0	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
IAC 125 RN	11	1,9	11	0,3	10	0	82	18	0
IAC Catuaí SH3	5	3,0	0	8,1	0	0	0	0	100
IAC Catuaí SH3 C562/63	7	3,4	0	7,8	0	0	0	0	100
Acessos da Etiópia									
IAC 2211-2	8	3,0	1	2,2	1	0	0	26	74
IAC 2139-4	14	3,4	0	9,3	0	0	0	0	100
IAC 2211-4A	13	3,0	2	1,7	2	0	0	31	69
IAC 2211-4B	14	3,1	1	7,3	0	0	0	0	100
Populações F2									
H 20389-1 (IAC 4933 x IAC 2211-6)	16	2,4	7	1,2	6	0	31	19	50
H 20397-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-6)	14	2,0	11	0,5	12	0	56	25	19
H 20398-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-4B)	13	2,5	7	1,4	6	0	23	46	31

Progênes de todos os acessos da Etiópia apresentaram bom desempenho quanto à resistência a *M. exigua* não ocorrendo nenhuma planta considerada suscetível (Tabela 3). Quanto à RFR, o acesso IAC 2211-4B apresentou uma frequência de 20% de plantas imunes, 73% resistentes e apenas 7% moderadamente resistentes. Os acessos IAC 2211-2 e IAC 2139-4 apresentaram uma taxa de 100% de plantas resistentes, enquanto o acesso IAC 2211-4A apresentou 75% de plantas resistentes e 25% moderadamente resistentes. Dentre as cultivares testadas, como esperado, a IAC 125 RN apresentou 27% de plantas imunes e 73% de resistentes. A cultivar IAC Catuaí SH3 segregou para a resistência a *M. exigua*. As progênes F₂ também apresentaram bom desempenho quanto à resistência, com taxas de plantas imunes variando de 86% (H20389-1) a 54% (H20398-1) e nenhuma planta suscetível entre os 40 indivíduos avaliados.

Tabela 3. Número de plantas avaliadas (n), Índice médio de dano (ID), número de plantas com ID < 2, fator de reprodução (FR), número de plantas com FR < 1 e redução do fator de reprodução (RFR) dos tratamentos inoculados com *M. exigua*.

	n	ID	Plantas ID < 2 (n)	FR	Plantas FR < 1 (n)	RFR (%)			
Cultivares									
IAC Mundo Novo 515-20	9	4,0	0	12,1	0	I Padrão	R Padrão	MR Padrão	S Padrão
IAC 125 RN	11	0,7	11	0,0	11	27	73	0	0
IAC Catuaí SH3	8	3,5	0	3,7	0	0	0	50	50
IAC Catuaí SH3 C562/63	5	3,8	0	6,5	0	0	0	40	60
Acessos da Etiópia									
IAC 2211-2	8	1,8	8	0,3	8	0	100	0	0
IAC 2139-4	12	1,9	11	0,5	11	0	100	0	0
IAC 2211-4A	12	3,0	6	0,7	9	0	75	25	0
IAC 2211-4B	15	2,0	12	0,4	14	20	73	7	0
Populações F2									
H 20389-1 (IAC 4933 x IAC 2211-6)	14	3,3	7	0,8	13	86	7	7	0
H 20397-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-6)	13	1,9	13	0,0	13	77	73	0	0
H 20398-1 (IAC 125 RN x IAC 2211-4B)	13	1,7	12	0,1	12	54	38	8	0

CONCLUSÕES

- 1 - Os resultados deste trabalho sugerem que os acessos da Etiópia testados segregaram para a resistência a *M. paranaensis* e *M. incognita*, apresentando baixa taxa de plantas resistentes.
- 2 - Contudo, estes acessos tiveram bons resultados frente ao parasitismo de *M. exigua*.
- 3 - As variabilidades de resposta dos acessos às populações utilizadas no estudo evidenciam a participação de diferentes genes na expressão da resistência à cada uma das espécies do patógeno.
- 4 - Ainda, existe variabilidade genética para a seleção de cafeeiros das cultivares IAC 125 RN com resistência simultânea à *M. exigua* raças 1 e 2 e a *M. incognita* raça 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANZUETO, F.; BERTRAND, B.; SARAH, J.L.; ESKES, A.B.; DECASY, B. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. *Euphytica*, v.118, p.1-8, 2001.
- BERTRAND, B.; PEÑA DURÁN, M.X.; ANZUETO, F.; CILAS, C.; ETIENNE, H.; ANTHONY, F.; ESKES, A.B. Genetic study of *Coffea canephora* coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita* nematodes in Guatemala and *Meloidogyne* sp. nematodes in El Salvador for selection of rootstock varieties in Central America. *Euphytica*, v.113, p.79-86, 2000.
- BOISSEAU, M.; ARIBI, J.; SOUSA, F.R.; CARNEIRO, R.M.D.G.; ANTHONY, F. Resistance to *Meloidogyne paranaensis* in wild *Coffea arabica*. *Tropical Plant Pathology*, v.34, n.1, p.38-41, 2009.
- BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.6, p.553, 1981.
- CAMPOS, V. P.; VILLAIN, L. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In: Luc M.; Sikora R. A.; Bridge J. (Eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Wallingford: CAB International, 2005. p.529-579.
- FATOBENE, B. J. R.; ANDRADE, V. T.; ALOISE, J. S. SILVAROLLA, M. B.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO-FILHO, OLIVEIRO. Wild *Coffea arabica* resistant to *Meloidogyne paranaensis* and genetic parameters for resistance. *Euphytica*, 196-213, 2017.
- HUSSEY, R. S.; JANSSEN, G. J. W. Root-knot nematode: *Meloidogyne* species. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.) *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. Wallingford, UK: CAB International. p.43–70, 2002.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Report*, v.57, p.1025-1028, 1973.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Van De landbouwhogeschool Te Wageningen, Nederland*, v.66, n.4, p.1-46, 1966.
- RANDIG, O.; BONGIOVANI, M.; CARNEIRO, R.M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P. Genetic diversity of root-knot nematodes from Brazil as inferred from RSPD analysis and development of SCAR markers specific for the coffee damaging species. *Genome Research*, v.45, p.862-870, 2002.
- SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. Aspectos técnicos dos nematoides parasitos do cafeeiro. *Boletim técnico*, Belo Horizonte, n. 98, 60p., 2011.
- SILVAROLLA, M. B.; GONÇALVES, W.; LIMA, M. M. A.; GUERREIRO FILHO, O.; FAZUOLI, L. C. Identificação de fontes de resistência a *Meloidogyne paranaensis* em germoplasma de *Coffea arabica* provenientes da Etiópia. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 21, 1998, Maringá - SP. Resumos, 1998. p. 56-57.