

IDENTIFICAÇÃO DE PROGÊNIES DE *Coffea arabica* COM RESISTÊNCIA SIMULTÂNEA À *Meloidogyne paranaensis* E *M. incognita*¹

Filipe Gimenez Carvalho⁴; Gustavo Hiroshi Sera²; Tumoru Sera^{2,3}; Dhalton Shiguer Ito²; Eugenio Brandet²; Luciana Harumi Shigueoka⁴; Elder Andreazi⁴; Daniel Chamlet³; Fernando Cesar Carducci³; Willian Gabriel dos Santos³

¹Trabalho financiado por Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - Consórcio Pesquisa Café

²Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina-PR, gustavoser@iapar.br

³Bolsista Consórcio Pesquisa Café

⁴Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina – PR

RESUMO: Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* são responsáveis pela queda na produtividade em muitas regiões cafeeiras, causando danos ao sistema radicular durante todo o ciclo da cultura. A erradicação dos fitonematoides em uma lavoura cafeeira é praticamente impossível, com isso, a utilização de cultivares resistentes torna-se uma necessidade, pois representa uma medida eficiente, econômica e ambientalmente correta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de genótipos de café arábica aos nematoides *M. paranaensis* e *M. incognita*, e selecionar progênies resistentes. Foram instalados dois experimentos em telado, um para cada espécie, no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) em Londrina-PR. Os tratamentos consistiram de 23 progênies, selecionadas de cafeeiros avaliadas em campo como resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*). A cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 foi utilizada como padrão de suscetibilidade. Foram avaliados o número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (NOJ.g⁻¹) e o fator de reprodução (FR). A redução do fator de reprodução (RFR) e o índice de susceptibilidade hospedeira (ISH) foram utilizados para classificar os níveis de resistência dos cafeeiros. Os dados de NOJ.g⁻¹ foram submetidos à análise de variância e teste de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade. Após a análise dos dados, 11 progênies se destacaram, entre elas IAPAR 13168, IAPAR 13173, IAPAR 13157, IAPAR 13156, IAPAR 13169 e IAPAR 13166 que apresentaram resistência múltipla a *M. paranaensis* e *M. incognita* com FR menor que 1 em ambos experimentos. A progênie IAPAR 13165 foi classificada como resistente apenas a *M. paranaensis*. IAPAR 13159, IAPAR 13162, IAPAR 13163 e IAPAR 13164 apresentaram resistência completa a *M. incognita*. Essas progênies serão selecionadas e avançadas para a próxima geração de autofecundação e brevemente poderão se tornar cultivares de café arábica.

PALAVRAS-CHAVE: melhoramento genético, nematoide de galhas, *Coffea liberica*.

IDENTIFICATION OF *Coffea arabica* PROGENIES WITH SIMULTANEOUS RESISTANCE TO *Meloidogyne paranaensis* AND *Meloidogyne incognita*.

ABSTRACT: The plant parasitic nematodes of the *Meloidogyne* genus is responsible for productivity decrease in many coffee regions, causing damages in the root system, during all the crop cycle. The elimination of nematodes in a coffee field is virtually impossible, then, the use of resistant cultivars to *Meloidogyne* becomes a necessity, representing an efficient, economic and environmentally friendly measure. The aim of this study was evaluate the reaction of arabica coffee genotypes to *M. paranaensis* and *M. incognita* and select resistant progenies. Two experiments were carried out in a greenhouse, one to each species, at Agricultural Research Institute of Paraná (IAPAR) at Londrina, Paraná State. The treatments consisted of 23 progenies, selected of a coffee field assessed as resistant to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). The cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 was used as susceptibility check. It were evaluated the number of eggs and second stage juveniles per gram of roots (NOJ.g⁻¹) and the reproduction factor (FR). The reduction of the reproduction factor (RFR) and the index of host susceptibility (ISH) were used to classify the levels of resistance of the coffee. The data of NOJ.g-1 were submitted to analysis of variance and Scott-Knott test to 5% probability. After analyzing the dates, 11 progenies were superior, among them IAPAR 13168, IAPAR 13173, IAPAR 13157, IAPAR 13156, IAPAR 13169 e IAPAR 13166 that showed multiple resistance to *M. incognita* and *M. paranaensis* with FR lower than 1 in both tests. The progenie IAPAR 13165 was classified as resistant to *M. paranaensis* only. IAPAR 13159, IAPAR 13163 and IAPAR 13164 showed complete resistance to *M. incognita*. These progenies will be selected and advanced to the next generation of self pollination and briefly might become arabica coffee cultivars.

KEYWORDS: breeding, root-knot nematodes, *Coffea liberica*.

INTRODUÇÃO

Existem diversos fatores que interferem na produção e na produtividade da cultura do café, como estresses abióticos (seca, temperatura, umidade, entre outros) e bióticos (doenças e pragas).

A presença de fitonematoides, em especial do gênero *Meloidogyne*, é um dos principais problemas, comprometendo a produtividade das lavouras e a expansão da cultura. As principais espécies que parasitam cafeeiros no Brasil são *M. incognita* e *M. paranaensis*, por apresentarem comportamento muito agressivo. Os cafeeiros atacados por estas espécies apresentam descorticação, rachaduras e pontos necróticos ao longo das raízes mais velhas, ocasionando a queda das folhas da planta, redução do crescimento e até morte.

A principal estratégia para seu controle é através de medidas de prevenção, mas em áreas já infestadas, sua erradicação é praticamente impossível, e o uso de cultivares resistentes tem se mostrado o meio mais eficiente, integrado a outras táticas de manejo.

Em *Coffea arabica*, a espécie mais produzida e comercializada, as fontes de resistência às principais pragas e doenças são escassas, assim como para *M. paranaensis* e *M. incognita*. Fontes de resistência foram encontradas em acessos silvestres de *C. arabica* da Etiópia, e outras espécies de *Coffea*, que apesar de serem, em sua maioria, segregantes para essa característica, são de suma importância para o desenvolvimento de novas cultivares.

Recentemente foi desenvolvida a cultivar IPR 100, portadora de genes de *C. liberica*, que apresenta resistência a *M. paranaensis* e *M. incognita*. Outras cultivares, derivadas do germoplasma Icatu, como ‘IPR 106’ e ‘Icatu Vermelho IAC 3888’ também se mostraram resistentes a esses nematoides.

Apesar desse fato, é necessário o desenvolvimento de outras cultivares, visto que, as atuais, além de apresentarem resistência restrita a algumas espécies de nematoides, não possuem plena adaptação aos diferentes ambientes de cultivo do Brasil.

Neste sentido, foram selecionadas progênies de um ensaio no campo experimental do IAPAR, próximo da qual foi identificada a cultivar IPR 100, possuindo a mesma origem desta. Porém, ao contrário da cultivar IPR 100, essas progênies foram classificadas, em ensaios preliminares, como resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Acredita-se que as progênies selecionadas também possuam resistência aos nematoides *M. paranaensis* e *M. incognita*.

O objetivo deste trabalho é avaliar e selecionar progênies de cafeeiros arábicos resistentes às espécies de nematoide *M. paranaensis* e *M. incognita*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em telado no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) entre os anos de 2013 e 2014, em que as médias de temperatura máxima e mínima, foram de 28 e 17°C, respectivamente. Os experimentos seguiram os mesmos tratamentos culturais, somente foram inoculados com diferentes espécies de nematoide, o primeiro com *M. paranaensis* e o segundo com *M. incognita*. Os tratamentos testados nos dois experimentos consistiram de 23 progênies F₈, mais a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, utilizada como padrão suscetível (Tabela 1).

Tabela 1 - Progênies F₈ de *Coffea arabica* derivadas do cruzamento “Catuaí” x (“Catuaí” x “cafeeiro da série BA-10”), avaliadas para a resistência a *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita*.

Genótipos	Descrição
‘Catuaí Vermelho IAC 99’ ⁽¹⁾	“Caturra” x “Mundo Novo”
IAPAR 13156	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-8
IAPAR 13157	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-19
IAPAR 13158	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-50
IAPAR 13159	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-56
IAPAR 13160	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-57
IAPAR 13161	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-60
IAPAR 13162	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-102
IAPAR 13163	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-113
IAPAR 13164	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-116
IAPAR 13165	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-119
IAPAR 13166	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-125
IAPAR 13167	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-152
IAPAR 13168	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-197
IAPAR 13169	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-210
IAPAR 13170	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-218
IAPAR 13171	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-311
IAPAR 13172	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-315
IAPAR 13173	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-331
IAPAR 13174	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-339
IAPAR 13175	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-342
IAPAR 13176	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-352
IAPAR 13177	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-414
IAPAR 13178	IAPAR 77041-62-6-10-6-2-418

(1)Padrão suscetível

As mudas foram cultivadas em copos plásticos com capacidade de 700 mL, tendo como substrato a mistura de solo e areia 1:1, previamente esterilizada. Foram inoculados 3000 ovos e juvenis, inseridos em três orifícios de aproximadamente 1 cm de profundidade ao redor de cada muda, que apresentava de quatro a cinco pares de folhas. O inóculo de *M. paranaensis* foi coletado em Apucarana, PR, e o inóculo de *M. incognita* em Lupionópolis, PR.

As populações foram identificadas através de eletroforese e exame do padrão perineal de fêmeas, em seguida purificadas. A população de *M. incognita* foi identificada como raça 2 pelo teste com plantas diferenciados (CARNEIRO; ALMEIDA, 2000). Os inóculos foram multiplicados em plantas de tomateiro da cultivar Santa Clara.

Os ovos foram extraídos segundo o método de Hussey e Barker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981) com a concentração determinada em câmara de Peters, sob microscópio óptico, e calibrados para 1000 ovos/mL.

As progênies testadas em F8, são provenientes da mesma planta F5 que originou a cultivar IPR 100, resistente a *M. paranaensis* e *M. incognita*. Tais progênies são originadas do cruzamento “Catuaí” x (“Catuaí” x cafeeiro da série BA-10), sendo que o cafeeiro da série BA-10 é portador de genes da espécie *Coffea liberica*.

Foram coletadas sementes de 23 plantas F8, as quais apresentaram características agrônômicas desejáveis e em avaliações preliminares foram resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), diferente da cultivar IPR 100, que não possui resistência a esse patógeno.

Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, utilizando 12 repetições quando testados com *M. paranaensis* e 10 repetições com *M. incognita*, com uma planta por parcela em ambos.

As avaliações foram realizadas 120 dias após a inoculação, com extração dos ovos, seguindo a metodologia de Bonetti e Ferraz (1981) e contagem em câmara de Peters sob microscópio óptico. Com os dados do peso do sistema radicular e número de nematoides, foi determinado o número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g-1).

Para classificar os níveis de resistência das progênies, foram utilizados a redução do fator de reprodução (RFR) e o índice de suscetibilidade hospedeira (ISH). O fator de reprodução (FR) foi calculado pela fórmula $FR = Pf / Pi$ (Pf = população final; Pi = população inicial).

O RFR foi calculado com base na fórmula: $RFR = [(FR \text{ do padrão suscetível} - FR \text{ do tratamento}) / FR \text{ do padrão suscetível}] \times 100$ (MOURA; REGIS, 1987). Os genótipos foram classificados segundo a escala de Moura e Regis (1987) modificada, baseado no RFR, em que: 0 a 25% = altamente suscetível (AS); 25,1 a 50% = suscetível (S); 50,1 a 75% = moderadamente suscetível (MS); 75,1 a 90% = moderadamente resistente (MR); 90,1 a 95% = resistente (R); 95,1 a 100% = altamente resistente (AR).

O ISH foi obtido utilizando a fórmula $ISH = (\text{Nematoides.g-1 do tratamento} / \text{Nematoides.g-1 do padrão suscetível}) \cdot 100$ (GONÇALVES; FERRAZ, 1987, modificado). Os valores de ISH serão utilizados para classificar os níveis de resistência dos cafeeiros segundo os critérios de Fassuliotis (1985) modificado, que correspondem a: 0 a 1% = AR; 1,1 a 10% = R; 10,1 a 25% = MR; 25,1 a 50% = MS; 50,1 a 75% = S; 75,1 a 100% = AS.

O FR, RFR e ISH foram calculados com base nos dados da média das parcelas. Os dados de Nematoides.g-1 foram transformados para $\text{Log}(x)$ para efetuar a análise de variância e teste de agrupamento de médias Scott Knott à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do experimento com *M. paranaensis* (Tabela 2), 13 progênies apresentaram menor valor de Nematoides.g⁻¹ e difeririam estatisticamente do padrão suscetível Catuaí Vermelho IAC 99, outras dez não diferiram. Em sete progênies o FR foi menor do que 1, podendo-se inferir que esses genótipos apresentaram resistência.

No experimento com *M. incognita*, dezesseis progênies apresentaram menor valor de Nematoides.g⁻¹ e difeririam estatisticamente do padrão suscetível, e dentre estas, quatro se destacaram das demais devido a baixa quantidade de Nematoides.g⁻¹ (Tabela 2)

As progênies que apresentaram FR menor do que um para as duas espécies foram IAPAR 13168, IAPAR 13173, IAPAR 13157, IAPAR 13156, IAPAR 13169 e IAPAR 13166, indicando resistência múltipla dessas progênies para as espécies *M. paranaensis* e *M. incognita*.

O desenvolvimento de cultivares de *C. arabica* com resistência simultânea aos nematoides do gênero *Meloidogyne* é de extrema importância, em razão de serem comuns misturas de espécies ou raças de nematoides em amostras de áreas infestadas. As populações de *Meloidogyne* apareceram misturadas em 24% das amostras de cafezais paulistas, com a predominância de *M. incognita* e *M. paranaensis* (CARNEIRO et al., 2005). Consequentemente, a utilização de cultivares com resistência específica a apenas uma espécie ou raça seria pouco eficaz nessas áreas.

Baseando-se na média de RFR do experimento com *M. paranaensis*, quatro progênies foram classificadas como altamente resistentes (AR) e duas destas, IAPAR 13173 e IAPAR 13168, apresentaram 100% das plantas classificadas como AR, R e MR. Dez progênies também apresentaram alto valor de RFR, classificadas como R ou MR com porcentagem de plantas resistentes que variou de 66,7% a 91,7%.

No experimento com *M. incognita* quatro progênies foram classificadas como AR, apresentando todas as plantas classificadas como AR, R e MR, e as progênies IAPAR 13159 e IAPAR 13163 destacaram-se por apresentarem todas as plantas classificadas como AR e R. Sete progênies foram classificadas como R ou MR, com porcentagem de plantas resistentes entre 50% a 90% (Tabela 3).

Algumas das progênies que apresentaram resistência para os dois nematoides pelo FR também foram classificadas como AR ou R, pela classificação de RFR, são elas IAPAR 13168, IAPAR 13173 e IAPAR 13166.

Tabela 2 - Médias de número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g⁻¹) de *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita* e Fator de Reprodução (FR) em progênies F₉ de *Coffea arabica*.

<i>Meloidogyne paranaensis</i>			<i>Meloidogyne incognita</i>		
Progênies F ₉	Nematoides.g ⁻¹ (1)	FR	Progênies F ₉	Nematoides.g ⁻¹ (1)	FR
IAPAR 13168	51,63a	0,35	IAPAR 13159	6,20a	0,05
IAPAR 13173	58,53a	0,35	IAPAR 13162	17,09a	0,08
IAPAR 13157	76,52a	0,38	IAPAR 13163	22,22a	0,13
IAPAR 13156	107,35a	0,45	IAPAR 13164	23,73a	0,12
IAPAR 13169	121,57a	0,71	IAPAR 13168	41,35b	0,23
IAPAR 13166	144,62a	0,95	IAPAR 13173	49,34b	0,36
IAPAR 13165	163,27a	0,91	IAPAR 13166	58,72b	0,31
IAPAR 13163	242,28a	1,59	IAPAR 13157	65,38b	0,55
IAPAR 13178	318,67a	1,42	IAPAR 13156	107,92c	0,59
IAPAR 13164	320,79a	2,28	IAPAR 13167	131,00c	1,02
IAPAR 13172	345,44a	2,52	IAPAR 13165	148,05c	1,17
IAPAR 13167	436,08a	2,56	IAPAR 13169	160,99c	0,81
IAPAR 13170	437,66a	2,69	IAPAR 13177	199,53c	1,27
IAPAR 13162	663,58b	2,55	IAPAR 13178	300,83c	2,07
IAPAR 13176	883,57b	6,42	IAPAR 13172	383,05c	1,15
IAPAR 13171	937,97b	6,04	IAPAR 13158	457,87c	2,67
IAPAR 13174	1123,94b	4,83	IAPAR 13161	489,27d	3,13
IAPAR 13159	1152,83b	5,43	IAPAR 13176	657,49d	3,31
IAPAR 13177	1325,65b	8,41	IAPAR 13160	759,41d	3,30
Catuai (2)	1510,28b	10,20	Catuai (2)	866,23d	4,48
IAPAR 13160	1608,14b	7,58	IAPAR 13170	894,06d	6,32
IAPAR 13158	1611,53b	9,03	IAPAR 13175	1029,42d	4,83
IAPAR 13161	1798,34b	10,96	IAPAR 13171	1357,79d	4,03
IAPAR 13175	2358,18b	11,39	IAPAR 13174	1831,25d	11,59
CV% 25,61			CV% 21,76		
QMRes: 0,3543			QMRes: 0,2084		
P< 0,0001			P< 0,0001		

(1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados transformados para log (x).

(2) Padrão suscetível 'Catuai Vermelho IAC 99'

De acordo com o índice de suscetibilidade hospedeira (ISH) para o ensaio com *M. paranaensis*, sete tratamentos obtiveram ISH inferior a 10 e foram classificados como resistentes (R), destacando-se as progênies IAPAR 13168 e IAPAR 13173, que apresentaram 100% de plantas classificadas entre AR, R e MR.

No ensaio com *M. incognita*, a progênie IAPAR 13159 destacou-se por apresentar valor de 0,77 no ISH e classificada com AR. Outras sete progênies também obtiveram valor de ISH abaixo de 10, e foram classificadas como R, com destaque para os genótipos IAPAR 13162, IAPAR 13163 e IAPAR 13164 que apresentaram 100% das plantas testadas entre AR e R pelo ISH, assim como a progênie 13159 (Tabela 4).

As progênies com melhor desempenho quando testadas com *M. paranaensis* pelo ISH, também foram classificadas como resistentes ou moderadamente resistentes no experimento com *M. incognita*. Os materiais IAPAR 13168, IAPAR 13173, IAPAR 13157, IAPAR 13156, IAPAR 13169 e IAPAR 13166, foram classificados como R no experimento com *M. paranaensis*, e esses mesmos genótipos apresentaram respectivamente classificação de R, R, R, MR, MR e R no experimento com *M. incognita*.

As progênies IAPAR 13162, IAPAR 13163 e IAPAR 13164, classificadas como resistentes no experimento com *M. incognita* foram classificadas como MR no experimento de *M. paranaensis*. A progênie IAPAR 13159, classificada como AR a *M. incognita*, apresentou resistência somente a esta espécie.

Atualmente existem alguns genótipos de cafeeiros arabicos resistentes a *M. paranaensis* e *M. incognita*, porém são poucas as cultivares disponíveis com esse comportamento. Até o momento 'IPR 100' (SERA et al., 2009; ITO et al., 2008), 'IPR 106' (ITO et al., 2008), 'Icatu Vermelho IAC 3888' (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007), e outras progênies "Icatu" (MATA et al. 2002, SERA et al. 2004, MATIELLO et al. 2010) demonstraram resistência a esses nematoides. Além dessas, também é considerada resistente a cultivar porta-enxerto 'Apoatã IAC 2258' da espécie *C. canephora* (SERA et al., 2006; FONSECA et al., 2008).

As progênies avaliadas neste estudo são da mesma origem do cafeeiro que deu origem a cultivar IPR 100, "Catuai" x ("Catuai" x cafeeiro da série BA-10), fato que explica a resistência de algumas progênies a essas espécies de *Meloidogyne*, já que a cultivar IPR 100 também apresenta resistência simultânea a essas espécies de nematoide (ITO et al., 2008). A resistência apresentada provavelmente foi originada da espécie *C. liberica*, já que o cafeeiro da série BA10 é um híbrido interespecífico de *C. arabica* com *C. liberica*. Porém, não existem estudos comprovando que a espécie *C. liberica* é resistente a *M. paranaensis*.

Seis dos genótipos testados podem ser considerados homozigotos resistentes, dois deles para *M. paranaensis* (IAPAR 13168 e IAPAR 13173) e quatro para *M. incognita* (IAPAR 13159, IAPAR 13162, IAPAR 13163 e IAPAR 13164), que apresentaram todas as plantas entre AR, R e MR. Os outros genótipos caracterizados como AR e R nos dados de RFR e ISH apresentaram em apenas alguns casos porcentagens de plantas suscetíveis de no máximo 16,7%. A única exceção foi a progênie IAPAR 13169 (R), que apresentou 25% de plantas MS, S e AS pelo ISH.

Tabela 3 - Redução do fator de reprodução (RFR), nível de resistência (NR) e porcentagem de plantas altamente resistentes (AR), resistentes (R), moderadamente resistentes (MR), moderadamente suscetíveis (MS), suscetíveis (S) e altamente suscetíveis (AS) a *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita*

<i>M. paranaensis</i>								<i>M. incognita</i>									
Progênes F ₃		Frequência RFR %						Progênes F ₃		Frequência RFR %							
RFR	AR	R	MR	MS	S	AS	RFR	AR	R	MR	MS	S	AS				
IAPAR 13173	97,24	AR	75	16,7	8,3	0	0	0	IAPAR	98,88	AR	90	10	0	0	0	0
IAPAR 13168	97,20	AR	66,7	16,7	16,7	0	0	0	IAPAR	98,08	AR	10	10	80	0	0	0
IAPAR 13157	96,96	AR	66,7	16,7	8,3	8,3	0	0	IAPAR	97,19	AR	60	30	10	0	0	0
IAPAR 13156	96,43	AR	66,7	16,7	0	0	0	16,7	IAPAR	96,90	AR	70	30	0	0	0	0
IAPAR 13169	94,37	R	0	66,7	16,7	0	16,7	0	IAPAR	94,45	R	40	40	10	10	0	0
IAPAR 13165	92,74	R	50	25	16,7	0	0	8,3	IAPAR	92,55	R	40	40	10	10	0	0
IAPAR 13166	92,45	R	58,3	16,7	16,7	8,3	0	0	IAPAR	91,27	R	30	20	40	10	0	0
IAPAR 13178	88,70	MR	25	33,3	33,3	8,3	0	0	IAPAR	86,73	MR	20	20	20	30	10	0
IAPAR 13163	87,36	MR	41,7	8,3	16,7	16,7	8,3	8,3	IAPAR	85,70	MR	20	10	50	10	10	0
IAPAR 13164	81,86	MR	58,3	0	8,3	8,3	8,3	16,7	IAPAR	80,31	MR	30	0	40	20	10	0
IAPAR 13172	79,93	MR	41,7	0	33,3	8,3	8,3	8,3	IAPAR	75,56	MR	20	0	30	20	20	10
IAPAR 13162	79,69	MR	33,3	8,3	33,3	0	0	25	IAPAR	72,32	MS	30	0	20	20	0	30
IAPAR 13167	79,61	MR	41,7	8,3	25	8,3	0	16,7	IAPAR	71,89	MS	0	20	40	10	0	30
IAPAR 13170	78,63	MR	33,3	16,7	16,7	8,3	16,7	8,3	IAPAR	69,41	MS	0	0	20	50	10	20
IAPAR 13174	61,60	MS	8,3	25	16,7	25	0	25	IAPAR	50,29	MS	10	10	20	20	20	20
IAPAR 13159	56,83	MS	16,7	8,3	16,7	16,7	16,7	25	IAPAR	35,71	S	10	0	20	10	20	40
IAPAR 13171	51,96	MS	25	8,3	8,3	25	8,3	25	IAPAR	24,71	S	0	0	20	0	30	50
IAPAR 13176	48,95	S	0	0	25	16,7	41,7	16,7	IAPAR	19,87	AS	0	0	20	0	20	60
IAPAR 13160	39,69	S	16,7	0	8,3	16,7	16,7	41,7	IAPAR	17,21	AS	0	0	10	10	30	50
IAPAR 13177	33,13	S	16,7	8,3	0	8,3	8,3	58,3	IAPAR	2,80	AS	30	20	0	10	0	40
IAPAR 13158	28,18	S	8,3	0	16,7	16,7	16,7	41,7	Catuai ⁽¹⁾	0	AS	0	0	0	0	0	100
IAPAR 13161	12,79	AS	0	0	8,3	8,3	16,7	66,7	IAPAR	-16,29	AS	20	20	20	10	0	30
IAPAR 13175	9,36	AS	8,3	0	0	16,7	0	75	IAPAR	-52,16	AS	20	0	20	0	0	60
Catuai ⁽¹⁾	0	AS	0	0	0	0	0	100	IAPAR	-293,21	AS	10	0	10	20	0	60

⁽¹⁾ Padrão suscetível 'Catuaí Vermelho IAC 99', utilizado como padrão para cálculo de RFR.

Tabela 4 - Índice de suscetibilidade hospedeira (ISH), nível de resistência (NR) e porcentagem de plantas de café altamente resistentes (AR), resistentes (R), moderadamente resistentes (MR), moderadamente suscetíveis (MS), suscetíveis (S) e altamente suscetíveis (AS) a *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita*

<i>M. paranaensis</i>								<i>M. incognita</i>									
Progênes F ₃		Frequência RFR %						Progênes F ₃		Frequência RFR %							
RFR	AR	R	MR	MS	S	AS	RFR	AR	R	MR	MS	S	AS				
IAPAR 13173	97,24	AR	75	16,7	8,3	0	0	0	IAPAR	98,88	AR	90	10	0	0	0	0
IAPAR 13168	97,20	AR	66,7	16,7	16,7	0	0	0	IAPAR	98,08	AR	10	10	80	0	0	0
IAPAR 13157	96,96	AR	66,7	16,7	8,3	8,3	0	0	IAPAR	97,19	AR	60	30	10	0	0	0
IAPAR 13156	96,43	AR	66,7	16,7	0	0	0	16,7	IAPAR	96,90	AR	70	30	0	0	0	0
IAPAR 13169	94,37	R	0	66,7	16,7	0	16,7	0	IAPAR	94,45	R	40	40	10	10	0	0
IAPAR 13165	92,74	R	50	25	16,7	0	0	8,3	IAPAR	92,55	R	40	40	10	10	0	0
IAPAR 13166	92,45	R	58,3	16,7	16,7	8,3	0	0	IAPAR	91,27	R	30	20	40	10	0	0
IAPAR 13178	88,70	MR	25	33,3	33,3	8,3	0	0	IAPAR	86,73	MR	20	20	20	30	10	0
IAPAR 13163	87,36	MR	41,7	8,3	16,7	16,7	8,3	8,3	IAPAR	85,70	MR	20	10	50	10	10	0
IAPAR 13164	81,86	MR	58,3	0	8,3	8,3	8,3	16,7	IAPAR	80,31	MR	30	0	40	20	10	0
IAPAR 13172	79,93	MR	41,7	0	33,3	8,3	8,3	8,3	IAPAR	75,56	MR	20	0	30	20	20	10
IAPAR 13162	79,69	MR	33,3	8,3	33,3	0	0	25	IAPAR	72,32	MS	30	0	20	20	0	30
IAPAR 13167	79,61	MR	41,7	8,3	25	8,3	0	16,7	IAPAR	71,89	MS	0	20	40	10	0	30
IAPAR 13170	78,63	MR	33,3	16,7	16,7	8,3	16,7	8,3	IAPAR	69,41	MS	0	0	20	50	10	20
IAPAR 13174	61,60	MS	8,3	25	16,7	25	0	25	IAPAR	50,29	MS	10	10	20	20	20	20
IAPAR 13159	56,83	MS	16,7	8,3	16,7	16,7	16,7	25	IAPAR	35,71	S	10	0	20	10	20	40
IAPAR 13171	51,96	MS	25	8,3	8,3	25	8,3	25	IAPAR	24,71	S	0	0	20	0	30	50
IAPAR 13176	48,95	S	0	0	25	16,7	41,7	16,7	IAPAR	19,87	AS	0	0	20	0	20	60
IAPAR 13160	39,69	S	16,7	0	8,3	16,7	16,7	41,7	IAPAR	17,21	AS	0	0	10	10	30	50
IAPAR 13177	33,13	S	16,7	8,3	0	8,3	8,3	58,3	IAPAR	2,80	AS	30	20	0	10	0	40
IAPAR 13158	28,18	S	8,3	0	16,7	16,7	16,7	41,7	Catuai ⁽¹⁾	0	AS	0	0	0	0	0	100
IAPAR 13161	12,79	AS	0	0	8,3	8,3	16,7	66,7	IAPAR	-16,29	AS	20	20	20	10	0	30
IAPAR 13175	9,36	AS	8,3	0	0	16,7	0	75	IAPAR	-52,16	AS	20	0	20	0	0	60
Catuai ⁽¹⁾	0	AS	0	0	0	0	0	100	IAPAR	-293,21	AS	10	0	10	20	0	60

⁽¹⁾ Padrão suscetível 'Catuaí Vermelho IAC 99', utilizado como padrão para cálculo de RFR.

Muitos dos genótipos testados não foram homocigotos para a resistência simultânea a *M. paranaensis* e *M. incognita*, ou a apenas uma das espécies testadas, entretanto, as progênes que apresentaram pequenas porcentagens de cafeeiros segregantes suscetíveis, classificadas como R ou MR, podem ter sua frequência de plantas resistentes ampliada por meio do avanço das progênes para a geração F₉. As progênes F₈ com maior facilidade de identificar progênes F₉ homocigotas para a resistência aos dois nematoides são IAPAR 13162, IAPAR 13163, IAPAR 13164, IAPAR 13168 e IAPAR 13173, pois a resistência já está em homocigose para pelo menos um dos nematoides.

Normalmente, em gerações avançadas como F₈, era esperado que as progênes já estivessem em homocigose para a resistência ou suscetibilidade aos nematoides. Entretanto, nesse estudo foram observadas muitas progênes F₈ com plantas suscetíveis segregantes.

Uma hipótese da ocorrência dessa segregação seria uma provável hibridação natural ocorrida entre plantas irmãs resistente e suscetível, que pode ter ocorrido na geração F₅, pois as progênes F₈ utilizadas nesse estudo foram provenientes da mesma planta F₅ (IAPAR 77041-62-6-10) que originou a cultivar IPR 100, considerada resistente a *M. paranaensis*. A hibridação deve ter ocorrido entre plantas irmãs F₅, pois as características fenotípicas como formato e tamanho da folha, tamanho da planta, ciclo de maturação dos frutos, cor da folha jovem e cor dos frutos dessas progênes F₈ são as mesmas da cultivar IPR 100.

As progênes classificadas como resistentes nos experimentos são bastante promissoras, uma vez que esses materiais também apresentam resistência completa à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), provavelmente herdada do cafeeiro da série BA10 de *Coffea liberica*, que possui o gene SH3.

CONCLUSÕES

Mesmo apresentando origem comum da cultivar IPR 100, nem todas as progênes apresentaram resistência às espécies de nematoides testadas.

A resistência encontrada permite desenvolver cultivares que poderão ser indicadas a locais onde exista mistura entre *M. paranaensis* e *M. incognita*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONETTI, J. I.; FERRAZ, S. Modificações no método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 6, p. 533. 1981.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Distribution of *Meloidogyne* spp. on Coffee in Brazil: identification, characterization and intraspecific variability. In: Mejoramiento sostenible del café arábica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, com énfasis en la resistencia a los nemátodos. Publicación Especial. CATIE/IRD, Turrialba. p. 43-48. 2000.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; RANDIG, O.; ALMEIDA, M. R. A.; GONÇALVES, W. Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro nos estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-multiplex-PCR. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 233-241. 2005.
- FASSULIOTIS, G. The role of the nematologist in the development of resistant cultivars. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*. 1st volume: biology and control. North Carolina State University Graphics, Raleigh. p. 233-240. 1985.
- FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FAZUOLI, L. C. Cultivares de café Robusta. In: CARVALHO, C. H. S. de. Cultivares de café: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café. p. 255-280. 2008.
- GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência do cafeeiro a nematoides. II. Teste de progênes e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3,1. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 11, p. 125-142. 1987.
- GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. O Agrônomo, Campinas, v. 59, n. 1, p. 54-56. 2007.
- ITO, D. S.; SERA, G. H.; SERA, T.; SANTIAGO, D. C.; KANAYAMA, F. S.; DEL GROSSI, L. Progênes de café com resistência aos nematoides *Meloidogyne paranaensis* e raça 2 de *Meloidogyne incognita*. Coffee Science, Lavras, v. 3, n. 2, p. 156-163. 2008.
- MATA, J. S. da.; SERA, T.; ALTÉIA, M. Z.; AZEVEDO, J. A.; FADELLI, S.; PETEK, M. R.; TRILLER, C.; SERA, G. H. Resistência de genótipos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) de São Jorge do Patrocínio ao nematoide *Meloidogyne paranaensis* (EMN2001.07). SBPN Scientific Journal, São Paulo, v. 6, p. 34-36. 2002.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Variedades de café. In: MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. (Eds.). Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações. Rio de Janeiro/Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2010. p. 63-98.
- MOURA, R.; REGIS, E. M. O. Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 11, p. 215-225. 1987.
- SERA, G. H.; SERA, T.; AZEVEDO, J. A. de; MATA, J. S. da.; RIBEIRO-FILHO, C.; DOI, D. S.; ITO, D. S.; FONSECA, I. C. de B. Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematoides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 2, p. 171-184. 2006.
- SERA, G. H.; SERA, T.; MATA, J. S. da.; ALEGRE, C. R.; FONSECA, I. C. B.; ITO, D. S.; KANAYAMA, F. S.; BARRETO, P. C. Reaction of coffee cultivars Tupi IAC 1669-33 and IPR 100 to nematode *Meloidogyne paranaensis*. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v. 9, p. 293-298. 2009.
- SERA, T.; MATA, J. S. da.; ITO, D. S.; DOI, D. S.; SERA, G. H.; AZEVEDO, J. A. de; COTARELLI, V. M. Identificação de cafeeiros resistentes aos nematoides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 2 e 1 em populações de Icatu (*Coffea arabica*). SBPN Scientific Journal, São Paulo, v. 8, p. 20. 2004.