



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FILIPE GIMENEZ CARVALHO

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

Londrina  
2015

FILIPPE GIMENEZ CARVALHO

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, da Universidade  
Estadual de Londrina, para a obtenção do título de  
Mestre em Agronomia, Área de Concentração em  
Fitotecnia

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inês Cristina de Batista  
Fonseca

Co-orientador: Dr. Gustavo Hiroshi Sera

Londrina  
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

C331i Carvalho, Filipe Gimenez.

Identificação de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* / Filipe Gimenez Carvalho. – Londrina, 2015.  
46 f. : il.

Orientador: Inês Cristina de Batista Fonseca.

Coorientador: Gustavo Hiroshi Sera.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Café – Resistência a doenças e pragas – Teses. 2. Meloidogyne – Teses. 3. Nematoda em plantas – Teses. 4. Café – Melhoramento genético – Teses. I. Fonseca, Inês Cristina de Batista. II. Sera, Gustavo Hiroshi. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 632.51:633.73

FILIPPE GIMENEZ CARVALHO

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Agronomia da Universidade  
Estadual de Londrina, para a obtenção do título de  
Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Inês Cristina de Batista Fonseca  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Dr. Gustavo Hiroshi Sera - Instituto Agrônomo do  
Paraná - IAPAR

---

Dr. Dhalton Shiguer Ito - Instituto Agrônomo do  
Paraná - IAPAR

---

Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves -  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr<sup>a</sup>. Andressa Cristina Zamboni Machado - Instituto  
Agrônomo do Paraná - IAPAR

---

Dr. Édison Miglioranza - Universidade Estadual de  
Londrina - UEL

Londrina, 26 de fevereiro de 2015.

## **DEDICA**

*Aos meus pais, Nilson e Brígida pelo total apoio na minha formação, aos meus irmãos Mateus e Davi pelo companheirismo e à minha namorada Thaís pela cumplicidade.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a presença de Deus em todos os momentos da minha vida.

Aos meus familiares, em especial meus pais Nilson e Brígida, pelos conselhos e exemplos de vida. Aos meus irmãos Mateus e Davi pela amizade, que juntamente com os primos Heitor e Elias foram responsáveis por inúmeros momentos de descontração.

À minha namorada, Thaís, pelo carinho e motivação.

À Universidade Estadual de Londrina e ao programa de pós graduação em Agronomia que permitiram a realização deste trabalho.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná por ceder sua infraestrutura, fundamental para o desenvolvimento dos experimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Dr<sup>a</sup>. Inês Cristina de Batista Fonseca, pela orientação e confiança depositada.

Ao Dr. Gustavo Hiroshi Sera pela co-orientação e valorosos ensinamentos transmitidos durante todas as etapas do trabalho.

Ao Dr. Tumoru Sera pela generosidade em partilhar seu vasto conhecimento e experiência.

Ao Dr. Dhalton Shiguer Ito pelos conselhos e sugestões em muitas etapas deste trabalho.

Aos colegas e amigos do Laboratório de genética de Café do IAPAR, José Alves, Eugênio, Pedro, Cidão, Elder, Harumi, Daniel, Fernando e Valdir, pelo apoio técnico, auxílio com os experimentos e momentos de descontração no convívio diário.

A Dr<sup>a</sup> Andressa Cristina Zamboni Machado, que juntamente com técnicos e colaboradores do Laboratório de Nematologia do IAPAR auxiliaram na execução e avaliação dos experimentos.

Gostaria de agradecer a todos os amigos do Movimento de Schoenstatt e do JUMAS, em especial o Padre Afonso, Juninho, Lucas, Zé Guilherme, João Paulo, Serginho, André, Odávio, Felipe e Vitor.

E a todos que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

ARVALHO, Filipe Gimenez. **Identificação de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita***. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

O café ocupa posição de destaque na economia brasileira, sendo o Brasil o maior produtor e exportador deste produto. No entanto, em muitas regiões cafeeiras, a ocorrência de fatores bióticos e abióticos adversos causa a redução na produtividade. Dentre esses estão os fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, devido à ampla disseminação, a agressividade, a capacidade reprodutiva e aos danos ao sistema radicular, durante todo o ciclo da cultura. As espécies mais prejudiciais à cafeicultura brasileira são *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. exigua*. A erradicação dos fitonematoides em uma lavoura cafeeira é praticamente impossível e a maioria dos métodos de controle apresenta baixa eficiência. Nesse aspecto, 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 Agrônomo 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 hipótese do trabalho era que, por terem origem comum da cultivar IPR 100, possuiriam resistência aos nematoides *M. paranaensis* e *M. incognita*. A cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 foi utilizada como padrão de suscetibilidade. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados com 24 tratamentos, 12 repetições no experimento com *M. paranaensis* e 10 repetições no de *M. incognita*, utilizando uma planta por parcela em ambos. As avaliações dos experimentos foram efetuadas 120 dias após a inoculação de 3000 ovos e juvenis. Foram avaliados o número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g<sup>-1</sup>) 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 Nematoides.g<sup>-1</sup> 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 simultânea 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*. As progênies classificadas como resistentes nos experimentos são bastante promissoras, uma vez que esses materiais também podem apresentar resistência completa à ferrugem. 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. Nematóide de galhas. *Coffea liberica*.

CARVALHO, Filipe Gimenez. **Identification of *Coffea arabica* progenies with simultaneous resistance to *Meloidogyne paranaensis* and *M. incognita***. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## ABSTRACT

Coffee takes a prominent position in the Brazilian economy, and Brazil is the largest producer and exporter of this product. However, in many coffee regions the occurrence of biotics and abiotics adverse factors cause the decrease in yield. Among these, plant parasitic nematodes of the *Meloidogyne* genus is one of the limiting factors, due to their wide spread, aggressive, high reproductive capacity and damages in the root system, during all the crop cycle. The most harmful species to Brazilian coffee production are *M. incognita*, *M. paranaensis* and *M. exigua*. The elimination of nematodes in a coffee field is virtually impossible, and most of the control methods have low efficiency. In this aspect, 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 a rust resistant. The hypothesis of the study was that the cultivars were resistant to *Meloidogyne paranaensis* and *M. incognita* because of the same origin of IPR 100. The cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 was used as susceptibility check. The experiments was conducted at randomized blocks design with 24 treatments and 12 replications in the experiment with *M. paranaensis* and 10 replications with *M. incognita*, using one plant per plot. It were evaluated the number of eggs and second stage juveniles per gram of roots (Nematodes.g<sup>-1</sup>) and the reproduction factor (RF). The reduced reproduction factor (RRF) and the host susceptibility index (HSI) were used to classify the levels of resistance of the coffee. The data of Nematodes.g<sup>-1</sup> 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 simultaneous resistance to *M. incognita* and *M. paranaensis* with RF lower than 1 in both tests. The progeny IAPAR 13165 was classified as resistant to *M. paranaensis* only. IAPAR 13159, IAPAR 13163 and IAPAR 13164 showed complete resistance to *M. incognita*. The progenies classified as resistant in both experiments are very promising, because they may also have complete resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). These progenies will be selected and advanced to the next generation of self pollination and briefly might become arabica coffee cultivars.

**Key words:** Breeding. Root-knot nematodes. *Coffea liberica*.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1 - Progênies F<sub>8</sub> de *Coffea arabica* derivadas do cruzamento entre “Catuaí” x (“Catuaí” x “cafeeiro da série BA-10”) e ‘Catuaí Vermelho IAC 99’, avaliadas para a resistência a *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita*..... 26**
- Tabela 4.1 – Médias de número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g<sup>-1</sup>) de *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita* e Fator de Reprodução (FR) em progênies F<sub>8</sub> de *Coffea arabica*..... 29**
- Tabela 4.2 - 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*..... 32**
- Tabela 4.3 - 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*..... 33**

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                    | <b>9</b>  |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....         | <b>11</b> |
| 2.1      | CAFÉ .....                                 | 11        |
| 2.2      | NEMATOIDES.....                            | 11        |
| 2.2.1    | Identificação.....                         | 14        |
| 2.2.2    | Ciclo de vida .....                        | 15        |
| 2.2.3    | Manejo .....                               | 16        |
| 2.3      | RESISTÊNCIA DE CAFEIROS A NEMATOIDES ..... | 19        |
| 2.4      | MECANISMOS DE RESISTÊNCIA .....            | 22        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....            | <b>25</b> |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....        | <b>29</b> |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....                     | <b>37</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                   | <b>38</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O café é uma das principais commodities mundiais, e o Brasil é o seu maior produtor e exportador, produzindo mais de 30% de todo o café comercializado no mundo (ABIC, 2015). Porém, existem vários 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 nas regiões mais importantes do Brasil são *M. incognita* e *M. paranaensis*, por apresentarem um comportamento muito agressivo, inviabilizando as áreas de plantio, e *M. exigua*, cuja importância está mais relacionada à sua ampla distribuição geográfica.

As raízes de cafeeiros atacadas por estas espécies apresentam descorticamento, rachaduras e pontos necróticos ao longo das raízes mais velhas, ocasionando a queda das folhas da planta, redução do crescimento e até morte. *M. paranaensis* e *M. incognita* são espécies limitantes à implantação de lavoura cafeeira em áreas infestadas e à manutenção daquelas já instaladas, com o agravante de existirem poucas cultivares resistentes.

A principal estratégia para o controle dos fitonematoides é através de medidas de prevenção, evitando a entrada e disseminação em áreas onde não se encontram presentes. Para áreas já infestadas, sua erradicação é praticamente impossível, e o uso de cultivares resistentes tem se mostrado o meio mais eficiente no controle de fitonematoides, integrado a outras táticas de manejo.

Entretanto, na espécie *Coffea arabica*, a 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*, como *C. canephora* e *C. congensis*, que apesar de serem, em sua maioria, segregantes para essa característica, são de suma importância para o desenvolvimento de novas cultivares.

Para áreas com ocorrência de *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. exigua*, tem sido também recomendado o uso da enxertia hipocotiledonar com a cultivar ‘Apoatã IAC 2258’, da espécie *C. canephora*. No entanto, essa prática traz alguns inconvenientes, como o

maior custo das mudas, maior necessidade de replantio e taxa de segregação para a suscetibilidade, devido à fecundação cruzada ocorrida na espécie *C. canephora*.

Recentemente foi desenvolvida a cultivar IPR 100, portadora de genes de *C. liberica*, que apresenta resistência a *M. paranaensis* e *M. incognita*, e outras cultivares, derivadas do germoplasma Icatu, como 'IPR 106' e 'Icatu Vermelho IAC 3888' que 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 à 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 cultivar. Porém, ao contrário desta, essas progênies foram classificadas, em ensaios preliminares, como resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), considerada a principal doença do cafeeiro. Acredita-se que as progênies selecionadas também possuam resistência aos nematoides *M. paranaensis* e *M. incognita*.

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

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CAFÉ

Os cafeeiros são plantas perenes da família das *Rubiaceae*, gêneros *Coffea* e *Psilanthus*, composto de 103 espécies (DAVIS et al., 2006). Essas espécies estão divididas em três seções, de acordo com a abrangência geográfica: *Mascarocoffea*, *Mozambicoffea* e *Eucoffea*. Apesar da grande diversidade, apenas na seção *Eucoffea* são encontradas as espécies mais importantes, dentre elas *C. arabica* e *C. canephora*, que são aquelas cultivadas comercialmente, além de espécies utilizadas no melhoramento genético do cafeeiro, como: *C. liberica*, *C. dewevrei*, *C. congensis*, *C. racemosa*, *C. eugenoides*, *C. kapakata*, entre outras (CARVALHO, 2008).

O café é uma das principais commodities agrícolas mundiais e é produzido extensivamente em aproximadamente sessenta países tropicais e subtropicais, localizados em quatro continentes: Américas, Ásia, África e Oceania (MATIELLO et al., 2005). O Brasil produz aproximadamente um terço do café consumido no mundo, o que o coloca como maior produtor e exportador mundial. Em 2014 sua produção foi de 45,34 milhões de sacas de café beneficiado, deste total, 71% foram de *C. arabica* e 28,9% de *C. canephora* (ICO, 2015). No mesmo ano, o Brasil exportou 36,264 milhões de sacas, com faturamento de US 6,7 bilhões (ABIC 2015).

A área total plantada no país com a cultura de café totaliza 2.256,5 mil hectares, 0,1% inferior à área colhida na safra de 2014. Desse total, 14,3% estão em formação e 85,7% estão em produção. A primeira estimativa para a produção da safra cafeeira (cafés arábica e conilon) em 2015 indica que o país deverá colher entre 44,11 e 46,61 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, o que representa desde uma redução de 2,7% a um crescimento de 2,8%, quando comparado com a produção do ciclo anterior. (CONAB, 2015)

### 2.2 NEMATOIDES

A ocorrência de diversos fatores adversos causa a baixa produtividade em muitas regiões cafeeiras (FERRAZ, 2008). Dentre os principais, estão os fitonematoides parasitos, devido a sua ampla disseminação, grande capacidade reprodutiva, agressividade e pelos danos causados no sistema radicular, que ocorrem durante todo o ciclo da cultura no campo (REIS; CUNHA, 2010).

Existem diversos gêneros de fitonematoides associados às raízes de cafeeiros no Brasil, e os mais prejudiciais à cafeicultura brasileira são *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. Nematoides do gênero *Meloidogyne* aparecem como uma das principais causas da diminuição da produtividade em lavouras cafeeiras, em razão do difícil controle e das poucas opções de cultivares resistentes (CAMPOS; VILLAIN, 2005).

Compondo esse gênero existem mais de 90 espécies descritas, das quais 17 podem atacar o cafeeiro (CAMPOS; VILLAIN, 2005). No Brasil, são encontradas as espécies *M. paranaensis*, *M. incognita*, *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. goeldii* e *M. hapla* (SANTOS, 2001).

A primeira publicação em que são descritos nematoides parasitando o café no Brasil foi realizada em 1878 por Joubert. Mas, somente em 1892, Göldi publicou um trabalho sobre a incidência de nematoides causando sérios danos em cafeeiros no estado do Rio de Janeiro, e denominou o causador da enfermidade de *Meloidogyne exigua*, estabelecendo assim, o gênero *Meloidogyne* (FERRAZ, 2008).

As espécies mais importantes do gênero *Meloidogyne* são *M. incognita* e *M. paranaensis*, pela intensidade dos danos que causam, e *M. exigua*, pela ampla distribuição geográfica (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Até o momento, foram caracterizadas duas raças em *M. exigua* (raças 1 e 2) e quatro raças em *M. incognita* (raças 1 a 4) patogênicas ao cafeeiro (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

*Meloidogyne exigua* está bastante disseminada em várias regiões cafeeiras importantes do país, como Mogiana (SP), Zona da Mata (MG), Alto Paranaíba (MG), Triângulo Mineiro (MG) e Sul de Minas (MG) (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). Também foi identificada parasitando cafeeiros em três municípios no oeste do estado do Paraná (PORTZ et al., 2006) e nas principais regiões cafeeiras do estado do Rio de Janeiro (BARBOSA et al., 2004).

Nos cafezais do Estado do Paraná ocorre a predominância de *M. paranaensis* (CARNEIRO; ALMEIDA, 2000; PORTZ et al., 2006), porém a raça 2 de *M. incognita* também já foi encontrada com bastante frequência (CARNEIRO et al., 1990). Nos cafezais paulistas o mais relatado é a raça 1 de *M. incognita* (OLIVEIRA; GONÇALVES; MONTEIRO, 2001; GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001; CARNEIRO et al., 2005), mas, *M. paranaensis* também foi identificada parasitando cafeeiros em grande parte das regiões produtoras deste estado (CARNEIRO et al., 2005).

Em lavouras de alguns municípios do Alto Paranaíba e do Sul de Minas Gerais, a espécie *M. paranaensis* foi detectada (CASTRO; NAVES; CAMPOS, 2003;

CASTRO; CAMPOS, 2004; CASTRO et al., 2008), o que representa uma ameaça para o maior estado produtor cafeeiro, em que predomina *M. exigua*, que é uma espécie menos agressiva. Existem relatos de *M. paranaensis* atacando lavouras de cafeeiros em Goiás (SILVA; OLIVEIRA; ZAMBOLIN, 2009) e no Espírito Santo (BARROS et al., 2011) se mostrando, inclusive, altamente agressivo em ambos os locais.

A espécie *M. paranaensis* possui várias espécies de plantas daninhas hospedeiras, de ocorrência natural na maioria das regiões agricultáveis do Brasil (ROESE; OLIVEIRA, 2004). Da mesma forma, essa espécie também se apresentou patogênica e altamente agressiva para todos os materiais de soja testados por Roese, Oliveira e Lanes (2004), permitindo sua rápida multiplicação.

*M. incognita* foi identificado em poucas propriedades cafeeiras dos Estados do Espírito Santo (LORDELLO; HASHIZUME, 1971), Minas Gerais (LIMA et al., 1985; CAMPOS; MELLES, 1987) e Bahia (SOUZA et al., 2000).

Ito et al. (2013) realizaram um levantamento parcial de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiros na região do Arenito do Estado do Paraná, e constataram que, do total de amostras analisadas, 19 delas (73,1%) continham *M. paranaensis*, quatro (15,4%) *M. incognita*, uma (3,8%) apresentava mistura de *M. paranaensis* e *M. incognita* e duas (7,7%) ocorria a mistura de *M. incognita* e *M. javanica*.

Em consequência do parasitismo, as raízes do cafeeiro infestado apresentam deficiência na absorção e translocação de nutrientes para o resto da planta, ficando debilitada e conseqüentemente chegam à morte (SALGADO et al., 2011). *M. exigua* causa galhas arredondadas, principalmente em raízes novas, e também podem ser observadas áreas necróticas nas raízes, que podem ser agravadas por infecções secundárias levando a seção da raiz atacada à morte (CAMPOS; VILLAIN, 2005).

*M. incognita* e *M. paranaensis* danificam drasticamente a integridade das raízes, causando escamações em sua superfície, com aspecto de cortiça, com descascamento, rachaduras e pontos de lesões necróticas, sinais observados em cafeeiros adultos (SALGADO et al., 2011). Na parte aérea das plantas, os sintomas são clorose, desfolhamento e redução no crescimento, levando-as à morte (FERRAZ, 2008).

A redução da produção cafeeira decorrente do parasitismo dos fitonematoides tem estimativa variada, de acordo com o nível de inóculo na área infestada, idade das plantas e nível de condução da lavoura. Barbosa et al., (2004) constataram uma perda de produtividade de 45% em lavoura bem conduzida.

Gonçalves et al. (2004) ainda relataram que é necessário considerar as perdas indiretas causadas pelo parasitismo dos nematoides, como a menor tolerância ao frio e à seca e a perda parcial na eficiência de utilização de alguns insumos.

Gonçalves e Silvarolla (2007) descreveram que a cultivar suscetível Mundo Novo, quando enxertada em plantas resistentes aos nematoides produziu, em média, 37,442 e 590% a mais que os cafeeiros de pé franco, respectivamente, em áreas com *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. Com esses dados, podem-se estimar as perdas na produção em áreas infestadas com esses nematoides.

### 2.2.1 Identificação

A diferenciação e identificação das espécies de *Meloidogyne* pode ser difícil de ser realizada com precisão, pelo elevado número de espécies e pela variabilidade intraespecífica de alguns caracteres taxonômicos (SANTOS, 2011). Para a identificação de espécies de *Meloidogyne* são utilizadas diversas técnicas de morfologia, eletroforese e moleculares que facilitam a distinção entre espécies.

Características morfológicas, como o exame da região perineal de fêmeas maduras ao microscópio óptico, e o teste com hospedeiros diferenciadores foram as técnicas mais utilizadas na identificação de espécies e raças de *Meloidogyne* (CARNEIRO; COFCEWICS, 2008). Entretanto, podem haver configurações atípicas em algumas populações que podem dificultar a eficácia destas técnicas, necessitando da adoção de métodos complementares para a identificação precisa (ALONSO; ALFENAS, 2006).

Extensos estudos enzimáticos demonstraram que muitas espécies de *Meloidogyne* podem ser diferenciadas por enzimas fenotípicas (esterase e malato desidrogenase), reveladas por gel de eletroforese de poliacrilamida. Infelizmente são enzimas conhecidas para apenas 40 das 90 espécies de *Meloidogyne* descritas (BLOK; POWERS, 2009) e apenas 11 das 17 espécies que parasitam os cafeeiros (CARNEIRO; COFCEWICS, 2008). Porém, com esse método, é possível a identificação de espécies quando em mistura, mas sua utilização é somente para fêmeas adultas (SALGADO; CARNEIRO; PINHO, 2011). Com esse método foi possível a identificação de *M. paranaensis* (CARNEIRO et al., 1996), caracterizada como *M. incognita* por mais de vinte anos pela semelhança da região perineal das duas espécies.

O advento do PCR (*Polimerase Chain Reaction*) permitiu um progresso recente no diagnóstico de nematoides, e através dessa técnica uma única massa de ovos pode

ser precisamente identificada a nível de espécie (CARNEIRO; COFCEWICS, 2008). Por meio de fenótipos de esterase e reações de PCR, utilizando seis primers SCAR (Sequence Characterized Amplified Region), foram identificadas 54 populações de nematoides de cafezais de São Paulo e Minas Gerais (CARNEIRO et al., 2005).

A identificação de espécies através da técnica SCAR multiplex-PCR apresenta interesse para análises laboratoriais de rotina, permitindo diagnóstico rápido e preciso em massas de ovos, juvenis de segundo estágio e fêmeas, com fácil interpretação (CARNEIRO et al., 2005).

Entretanto, a utilização de técnicas mais subjetivas e simples como o exame do padrão perineal de fêmeas e o teste com hospedeiros diferenciadores da Carolina do Norte (HARTMAN; SASSER, 1985) continuam sendo utilizadas como testes preliminares quando são avaliadas grandes amostras (OLIVEIRA et al., 2011).

### 2.2.2 Ciclo de Vida

Os nematoides *M. paranaensis* e *M. incognita* se reproduzem por partenogênese mitótica obrigatória (CARNEIRO et al., 1996), no qual não é necessária a presença do macho para completar o ciclo de vida, e os ovos viáveis podem ser produzidos pelas fêmeas sem a ocorrência da fertilização.

O ciclo de vida de *Meloidogyne spp.* começa com o ovo e em seu interior ocorrem várias fases durante seu desenvolvimento embrionário até a formação do juvenil de primeiro estágio, ou J1. Após a primeira ecdise o juvenil atinge o segundo estágio (J2) ainda dentro do ovo. O J2 perfura o ovo com seu estilete e move-se por meio do filme de água que reveste as partículas de solo, seguindo um gradiente de concentração de exsudatos radiculares, e quando encontra a raiz, penetra-a na região da zona de alongamento celular, logo atrás da coifa (SALGADO; REZENDE, 2010).

Após a penetração, o J2 injeta secreções esofaringianas através do estilete nas células da planta, que vão alterá-las morfológica e fisiologicamente, estimulando a formação de células hipertrofiadas pela planta ao redor do corpo do nematoide, utilizadas na sua alimentação, denominadas células gigantes e causam a obstrução física dos vasos condutores de água e minerais (FREITAS; OLIVEIRA; FERRAZ, 2001).

Ao estabelecer o parasitismo, o juvenil de segundo estágio gradualmente torna-se mais robusto e com corpo salsichoide, perdendo sua mobilidade e tornando-se sedentário. Atingindo seu máximo crescimento, o juvenil sofre sua segunda ecdise,

transformando-se em juvenil de terceiro estágio (J3), que, em seguida, dá origem ao juvenil de quarto estágio (J4) ou pré-adulto. Tanto o J3 como o J4 não possuem estilete e o esôfago é praticamente degenerado, sendo incapazes de alimentar-se. Ocorre ainda a quarta e última ecdise, na qual o adulto (macho ou fêmea) é formado, com estilete e esôfago regenerados (FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

O macho adquire a forma vermiforme, rompe a cutícula que o envolvia no quarto estágio, abandona a raiz e não se alimenta. Na maioria das espécies de *Meloidogyne* os machos não têm papel na reprodução (TIHOHOD, 1993; FERRAZ et al., 2010).

Em condições normais a quase totalidade dos adultos é formada por fêmeas, entretanto, se ocorrer algum estresse no meio ambiente, como deficiência nutricional, temperaturas extremas e excesso populacional, os juvenis, que resultariam em fêmeas, podem sofrer reversão sexual, formando machos (CAMPOS, 1999).

A fêmea inicia seu desenvolvimento tornando-se obesa, até ficar quase esférica, e apresenta a coloração branco/leitosa. Os órgãos reprodutivos amadurecem, e ela deposita todos os ovos em um único local da raiz, originando um típico aglomerado ou massa (FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

Os ovos mantêm-se unidos devido à presença de substâncias gelatinosas secretadas pelas glândulas retais da fêmea, que flui através do ânus durante o período de oviposição, protegendo-os da dessecação. As massas de ovos são formadas internamente, no parênquima cortical, ou externamente, sobre a superfície das raízes, podendo conter até 400 ovos (FERRAZ; MONTEIRO, 2011), dependendo do hospedeiro e das condições ambientais.

Normalmente, o ciclo completo de vida das espécies de *Meloidogyne* completa-se no período de 21 a 28 dias, com temperatura oscilando entre 25 a 30 °C (FERRAZ; MONTEIRO, 2011), mas pode variar dependendo da espécie vegetal infestada e fatores ambientais, como temperatura e umidade (TIHOHOD, 1993)

### 2.2.3 Manejo

Os principais meios de introdução e disseminação dos nematoides no campo são através de mudas infestadas, enxurradas, água de irrigação e de solo contaminado aderido às máquinas e implementos (SALGADO; REZENDE, 2010).

O controle dos fitonematoides representa um desafio permanente aos agricultores e pesquisadores em diversas culturas. A erradicação desses parasitas em uma lavoura cafeeira infestada é praticamente impossível, portanto, medidas fitossanitárias como

limpeza de equipamentos, o uso de mudas isentas de fitoparasitas e procedimentos quarentenários, são necessários para evitar a entrada e disseminação dos nematoides na área cultivada (FERRAZ et al., 2010).

Uma vez constatada a presença destes na área, antes de qualquer medida de manejo, é preciso realizar a identificação e determinação do nível populacional, para então decidir quais as medidas de controle/manejo serão tomadas (FERRAZ et al., 2008). Nenhum método isolado é eficiente para o controle dos fitonematoides, assim é necessário realizar o manejo integrado, utilizando técnicas combinadas para conseguir um manejo eficaz, dentre elas estão o controle cultural, físico, químico, biológico e genético.

O controle cultural consiste em práticas realizadas em grande parte antes do plantio em áreas infestadas, visando diminuir a população de nematoides. Dentre essas técnicas se destacam a rotação de culturas, o alqueive e a adição de matéria orgânica (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

A rotação de culturas vem mostrando bons resultados em áreas de renovação cafeeira, em que são utilizadas plantas antagônicas específicas aos parasitos, diminuindo sua população. Entretanto, em áreas infestadas, o uso de plantas antagônicas, intercaladas às linhas de café, não propicia um controle satisfatório nos cafezais (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). O alqueive, ou pousio, consiste na manutenção da área livre de vegetação, através de arações, gradagens e uso de herbicidas, visando a eliminação de qualquer planta que possa ser hospedeira de nematoides. Com essas medidas os nematoides presentes na área ficam expostos a ação do calor e luz, levando-os à dessecação e morte. Porém a utilização desse método apresenta limitações, como o longo período necessário para a eficácia dessa medida e o favorecimento de erosões (SALGADO; REZENDE, 2010).

O controle físico de nematoides dá-se pela solarização, em que uma película de plástico transparente é instalada antes do plantio, cobre o solo úmido durante cerca de oito semanas, com intensa radiação solar (NEVES et al., 2007), porém esta técnica em cafezais não é viável, mostrando-se eficaz no tratamento de solo em sacos plásticos para a produção de mudas (SANTOS, 2006).

Diversos produtos de origem animal ou vegetal ao serem incorporados no solo auxiliam no manejo dos nematoides. Além de favorecer o melhor desenvolvimento das plantas devido à melhora na estrutura física e química do solo, também permitem o aumento da população de microorganismos competidores, parasitas e inimigos naturais dos nematoides, atuando no seu controle (SALGADO; REZENDE, 2010). Auxilia também no

controle de fitonematoides pela liberação de metabólitos tóxicos decorrente da sua decomposição. Esses atributos podem ser importantes em situações específicas, pois a eficácia da matéria orgânica varia, dependendo da sua natureza, tipo de solo e espécie do fitonematoides presente (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

A presença de nematóides predadores, fungos-parasitas, bactérias, vírus e ácaros de solo podem reduzir significativamente a população de fitonematoides na área, favorecendo a longevidade da cultura. No entanto, a eficiência deste tratamento está relacionada principalmente ao nível populacional da praga, estado nutricional e idade do cultivo (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

Dentre os microorganismos antagonistas aos nematoides parasitas do cafeeiro destacam-se a bactéria *Pasteuria penetrans* e os fungos *Pochonia chlamydosporia*, *Arthrobotrys conoides* e *Paecilomyces lilacinus* relatados no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* (CAMPOS; SILVA, 2008). O controle biológico é uma estratégia promissora especialmente em cultivos orgânicos, no entanto, são necessários estudos de multiplicação e distribuição desses microrganismos para sua disponibilização ao agricultor e, principalmente, obtenção de registros para sua comercialização (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

O controle químico é baseado no uso de nematicidas, que atualmente são restritos a produtos granulados sistêmicos ou de contato, que buscam reduzir em curto prazo a densidade populacional dos nematoides (CAMPOS; SILVA, 2008). Os nematicidas registrados na cafeicultura brasileira têm como ingrediente ativo Carbofurano, Terbufós, Cadusafós, Fostiazato e Fenamifós (MAPA, 2015), que se aplicados nas doses adequadas reduzem a população dos nematoides por aproximadamente três a quatro meses (GONÇALVES e SILVAROLLA, 2001).

Porém em lavouras adultas sua utilização é impraticável economicamente, por ser tratar de grande volume de solo e pelas raízes primárias estarem bastante comprometidas, com difícil recuperação (FERRAZ et al 2010). Além do alto custo, o uso indiscriminado de nematicidas, coloca em risco a saúde dos aplicadores, consumidores e pode exercer forte pressão de seleção sobre os organismos presentes no solo, não só fitonematoides, mas outros organismos não alvo (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

Apesar de existirem diversas estratégias de manejo que podem ser empregadas no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne*, muitas delas não apresentam a eficiência esperada, pelo fato do café ser uma cultura perene, propiciando condições para o aumento populacional dos nematoides. Nesse aspecto, a utilização de cultivares e porta-

enxertos resistentes a *Meloidogyne* tornam-se uma necessidade como uma medida efetiva, econômica e ambientalmente correta (CAMPOS; VILLAIN, 2005).

### 2.3 RESISTÊNCIA DE CAFEEIROS À NEMATÓIDES

Em *Coffea arabica*, duas populações bases são reconhecidas no desenvolvimento da cafeicultura mundial, identificadas como Typica e Bourbon (ANTHONY et al., 2001). Uma análise molecular dessas duas populações confirmou um baixo polimorfismo e uma pequena diferenciação entre as ambas, o que explica as limitações genéticas encontradas nos programas de melhoramento tradicional para *C. arabica* (ANTHONY et al., 2003).

Apesar dos vários atributos agronômicos das cultivares de *C. arabica* plantadas atualmente, derivadas de Typica e Bourbon, essas não possuem resistência a algumas doenças e pragas, devido à sua baixa variabilidade genética. Assim, todas são susceptíveis às espécies de *Meloidogyne* que parasitam os cafeeiros, principalmente *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* (GONÇALVES et al., 2004).

Os bancos de germoplasma de café constituem uma valiosa fonte de genes de resistência, já que aproximadamente 120 espécies foram identificadas dentro dos gêneros *Coffea* e *Psilanthus* (BRIDSON, 1987; DAVIS et al., 2006). Embora as espécies de café exibam uma grande variação na morfologia e adaptação ecológica, elas podem hibridizar-se, produzindo híbridos interespecíficos, mesmo entre espécies pertencentes a diferentes gêneros (COUTURON et al., 1998). Assim, é possível transferir o material genético de plantas silvestres para cultivares.

Fontes de resistência à espécies de *Meloidogyne* estão presentes em outras espécies de café, e dentre essas estão sendo utilizadas principalmente *C. canephora*, *C. congensis* e *C. dewevrei* (FERRAZ, 2008).

Em *C. canephora*, foi identificada resistência a *M. incognita* (GONÇALVES; LIMA; FAZUOLI, 1988; GONÇALVES et al., 1996; CARNEIRO; ALTÉIA, 1992; TOMAZINI et al., 2005; SERA et al., 2006) e *M. paranaensis* (SERA et al., 2006). A resistência a *M. exigua* também foi verificada em *C. canephora*, e em outras espécies como, *C. racemosa*, *C. liberica*, *C. dewevrei*, *C. eugenoides*, *C. congensis*, *C. kapakata*, *C. salvatrix*, *C. stenophylla* e *C. sessiliflora* (CURI et al., 1970; FAZUOLI; LORDELLO, 1977, 1978; GONÇALVES et al., 1992; ANTHONY et al., 2003).

Em áreas infestadas, uma opção a curto prazo é a utilização da enxertia hipocotiledonar, que usa como porta-enxerto a cultivar Apoatã IAC 2258 de *C. canephora*, resistente a *M. exigua* (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005), *M. incognita* (SERA et al., 2006) e *M. paranaensis* (SERA et al., 2006; FONSECA et al., 2008).

Apesar da resistência simultânea aos nematoides, existem alguns inconvenientes do uso de porta enxertos em comparação com cultivares de pé franco, como a taxa de segregação para a suscetibilidade aos nematoides de 10 a 15% devido a fecundação cruzada da espécie *C. canephora*, a pequena taxa de quebra do cavaleiro na região da enxertia e a maior necessidade de replantio devido a segregação de plantas suscetíveis (cerca de 10 a 15%) (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Além dessas diferenças, o custo mais alto das mudas enxertadas é um dos principais fatores que restringem sua utilização.

*Coffea liberica* var. *dewevrei*, é utilizado como porta enxerto para cafeeiros arábicos no Havaí, pela sua resistência parcial e tolerância ao nematoide de galhas *Meloidogyne konaensis* (AOKI et al., 2012; CABOS et al., 2010), mostrando-se também tolerante a *M. hapla* (CABOS et al., 2010). Porém não existem registros de sua resistência aos nematoides mais agressivos em cafezais brasileiros, como *M. paranaensis* e *M. incognita*.

Em alguns acessos de *C. arabica* da Etiópia foi observada resistência a *M. paranaensis* (ANTHONY et al., 2003; BOISSEAU et al., 2009) e em trabalho realizado por Anzueto et al. (2001), buscando outras fontes de resistência a *M. incognita*, foram testados 50 cafeeiros arábicos provindos da Etiópia e do Sudão e observou-se que 40% desses acessos foram totalmente resistentes.

Em híbridos interespecíficos entre *C. arabica* e *C. canephora* como em cafeeiros do “Icatu”, “Sarchimor”, “Catimor” e “Híbrido de Timor” foi verificado que essas populações, além de resistência à ferrugem, apresentaram também plantas resistentes a *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*, porém ainda segregando para essa característica (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007; RIBEIRO et al., 2005).

A resistência a *M. exigua* foi observada em cafeeiros nos germoplasmas do “Híbrido de Timor”, “Catimor” (GONÇALVES; PEREIRA, 1998; RIBEIRO et al., 2005), “Sarchimor” (GONÇALVES; PEREIRA, 1998; SILVAROLLA; GONÇALVES; LIMA, 1998; SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005) e “Icatu” (SILVAROLLA; GONÇALVES; LIMA, 1998).

Para *M. incognita* foi encontrada resistência em plantas do “Híbrido de Timor” (OLIVEIRA, 2006) “Icatu” (CARNEIRO et al., 1995; MATA et al., 2002; SERA et al., 2004) e “Sarchimor” (GONÇALVES; LIMA; FAZUOLI, 1988). A resistência a espécie

*M. paranaensis* foi constatada no “Icatu” (MATIELLO et al., 2005; SERA et al., 2002, 2004, 2009; MATA et al., 2000, 2002) e em derivados de Híbrido de Timor (“Sarchimor”) (SERA et al., 2009).

Os genes que conferem resistência a nematoides provenientes de híbridos interespecíficos podem ser realmente transferidos (SILVAROLLA; GONÇALVES; LIMA, 1998), a exemplo da cultivar IAPAR 59 (“Sarchimor”), com resistência completa a *M. exigua* (SALGADO et al., 2002; SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005).

A resistência encontrada nas plantas derivadas do Híbrido de Timor é determinada por um gene de efeito maior oriundo de *C. canephora*, e para o qual foi identificado o locus *Mex-1* (NOIR et al., 2003). No entanto, Alpizar, Etienne e Bertrand (2007) concluíram que este gene maior apresenta dominância incompleta.

A herança da resistência a *M. incognita* foi analisada em híbridos F<sub>1</sub> e em populações segregantes F<sub>2</sub>, em *C. arabica* da Etiópia, que indicaram a presença de um gene dominante em alguns cruzamentos e dois genes dominantes complementares em outros cruzamentos. Além disso, é provável que a dominância seja incompleta, pois foi observado um pouco mais de massas de ovos nos híbridos F<sub>1</sub> (ANZUETO et al., 2001). Estudos de herança ainda não foram realizados para a resistência ao *M. paranaensis* na cultura do café.

Apesar de existirem fontes de resistência, ainda são poucas as cultivares de café arábica que apresentam resistência aos nematoides. ‘IAPAR 59’ (“Sarchimor”) (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005; DIAS et al., 2009), ‘Tupi IAC 125 RN’ (“Sarchimor”) (FAZUOLI et al., 2005), ‘Acauã’ (“Sarchimor” x “Mundo Novo”) e ‘Catucaí 785/15’ (“Catuaí” x “Icatu”) (MATIELLO et al., 2010) foram as únicas cultivares brasileiras identificadas como sendo resistentes a *M. exigua*.

Pesquisas são realizadas para desenvolver cultivares de *C. arabica* com resistência simultânea aos nematoides do gênero *Meloidogyne*, visto que é comum encontrar misturas de espécies ou raças de nematoides em amostras de áreas infestadas, inviabilizando a utilização de cultivares com resistência específica a apenas uma espécie ou raça. 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).

A resistência do cafeeiro aos nematóides de galhas é de maneira geral, específica à espécie ou raça, no entanto, Sera et al. (2006) verificaram a resistência simultânea de *C. canephora* var. kouillou para *M. paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2, fato que demonstrou a possibilidade de desenvolver genótipos com resistência simultânea aos nematoides do gênero *Meloidogyne*.

Mata et al. (2000) identificaram progênie de cafeeiro com 100% das plantas resistentes a *M. paranaensis* e *M. incognita*, raças 1 e 2, e este deu origem a cultivar 'IPR 100'. Outra cultivar que apresenta resistência simultânea a nematoides, foi a 'IPR 106', resistente a *M. paranaensis* (ITO et al., 2008) e a raça 2 de *M. incognita* (SERA et al., 2007, 2009; ITO et al., 2008; KANAYAMA et al., 2009). Entretanto, essas duas cultivares ainda não foram testadas para resistência às raças 3 e 4 de *M. incognita* e para as duas raças de *M. exigua*.

A cultivar IPR 100 é derivada do cruzamento entre "Catuaí" e um híbrido interespecífico de *C. arabica* com *C. liberica*, sendo que a resistência aos nematoides, provavelmente, foi originada de *C. liberica*. Seleções do "Icatu" como a linhagem 925 (MATIELLO et al., 2010) e a cultivar Icatu Vermelho IAC 3888 (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007), têm apresentado boa resistência a *M. paranaensis*

#### 2.4 MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

Os mecanismos de defesa na qual a planta resistente limita ou previne a multiplicação do patógeno, podem ser pré e/ou pós-infectivos (HUANG, 1985). Os mecanismos de pré-infecção limitam a penetração dos nematoides devido a fatores morfológicos pré-existentes, através de barreiras físicas, e pela produção de exsudatos que repelem, ou simplesmente não atraem o parasita (JANTALA; RUSSELL, 1972; HUANG, 1985). Nos mecanismos pós-infeccionais, ocorre a ativação de processos fisiológicos e moleculares da planta, que inibem a formação do sítio de alimentação, prevenindo/retardando o desenvolvimento dos nematoides e assim limitam a reprodução do nematoide (HUANG, 1985; ANTHONY et al., 2005; ALPIZAR et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2013).

Dentre diversos mecanismos de resistência em plantas atacadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*, destacam-se a reação de hipersensibilidade (RH), acúmulo de compostos fenólicos, formação de fitoalexinas e aumento na atividade de enzimas oxidativas, como peroxidases, polifenoloxidasas e fenilalanina-amônia-liase (FAL) (GIEBEL, 1982).

A reação de hipersensibilidade é a principal resposta de resistência das plantas, provocando mudanças histológicas após a penetração do nematoide na raiz e morte celular próxima ao sítio de infecção (SILVA et al., 2013). Aparentemente essa reação afeta

algumas atividades metabólicas que potencializam as defesas celulares, também causando autofagia vacuolar (RODRIGUES et al., 2000).

Ao analisar as mudanças na estrutura celular da raiz do cafeeiro Iapar 59 infectada por *M. exigua*, Anthony et al. (2005) observaram a presença de células necróticas ao redor do sítio de alimentação e sugeriram que é o resultado do controle genético de resistência é baseado na interação gene-a-gene de Flor (1971).

A resistência pós-infeccional no cafeeiro não limita-se à reação de hipersensibilidade, existindo um conjunto de respostas de defesa, tanto constitutivas quanto induzidas. Tais respostas são expressas após a penetração do nematoide, especialmente por compostos fenólicos, que inibem a formação do sítio de alimentação, provocando a emigração dos J2 ou inibindo seu desenvolvimento e reprodução (SILVA et al., 2013).

Diferenças nas características morfológicas dos locais de alimentação estão relacionadas com diferentes graus de resistência e suscetibilidade das plantas de café (RODRIGUES et al., 2000).

Observações histológicas realizadas em seções de raízes infectadas em cafeeiro UFV408-28 com *M. incognita* raça 1, mostraram que a infecção do nematoide pode ser bloqueada logo após a penetração ou durante as etapas de migração e de estabelecimento (ALBUQUERQUE et al., 2010). Estes mesmos autores encontraram lesões de RH em torno de todos os nematoides, depois que penetraram a epiderme ou migraram através do córtex ou quando chegaram ao cilindro vascular.

Lima et al. (2013) observaram três mecanismos de resistência em clone de café Conilon, um inicial, durante a migração dos J2 nas células corticais, com nítidas RH e morte celular, impedindo a migração do J2, e outros mais tardios, o primeiro, com morte celular muito intensa ao redor de fêmeas jovens e sítios de alimentação e o segundo, com vacuolização e degeneração citoplasmática interna das células gigantes.

Foi verificado que mecanismos que conferiram incompatibilidade entre uma população de *M. incognita* obtida em Minas Gerais e o cafeeiro suscetível *C. arabica* 'Catuaí Vermelho IAC 44', atuaram principalmente na fase de penetração, mas também foi acompanhada pela ação de fatores de resistência pós-penetração que ocasionaram uma significativa emigração de J2 e impediram o estabelecimento do nematoide (OLIVEIRA et al., 2011).

É provável que vários mecanismos de resistência operem simultaneamente para impedir o desenvolvimento do nematoide em raízes de plantas e que o momento e a

localização da resposta de resistência diferem de acordo com o tipo de interação planta-patógeno (ALBUQUERQUE et al., 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em telado no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina, PR, Brasil (23°21'20.0"S 51°09'58.2"W), o primeiro deles foi instalado em dezembro de 2013 e o segundo em abril de 2014. As médias de temperatura máxima e mínima, do início dos experimentos até a última aferição ao final do segundo experimento, foram de 28 e 17°C, respectivamente. Os dois experimentos seguiram os mesmos tratamentos culturais, somente foram inoculados com diferentes espécies de nematoide, o primeiro deles com *M. paranaensis* e o segundo com *M. incognita*.

Os tratamentos testados nos dois experimentos são os mesmos e consistem de 23 progênies F<sub>8</sub>, mais a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, que foi utilizada como padrão de suscetibilidade (Tabela 3.1).

As mudas foram obtidas através da semeadura em germinadores contendo areia. Ao atingirem o estágio cotiledonar foram transplantadas para copos plásticos com capacidade de 700 mL, para completar seu desenvolvimento e serem inoculadas. O substrato foi formulado contendo uma mistura de solo e areia 1:1, previamente esterilizada em estufa a 100 °C por três horas com umidade em capacidade de campo. A adubação e correção do pH foram realizadas conforme resultado da análise química do solo, desse modo, para cada 72 litros de solo foram adicionados 230 g de Super fosfato simples; 22 g de KCl; 24 g de Uréia e 72 g de Calcário dolomítico.

Os nematoides foram inoculados em mudas com quatro a cinco pares de folhas, com 3000 ovos e juvenis por planta, inseridos em três orifícios de aproximadamente 1 cm de profundidade ao redor de cada planta. O inóculo de *M. paranaensis* foi extraído a partir de uma coleta de solo no município de Apucarana, Paraná e registrado no Laboratório de Nematologia do IAPAR com o número 98.1. A população foi identificada como *M. paranaensis* através de eletroforese e exame do padrão perineal de fêmeas, em seguida foi purificada. O inóculo foi multiplicado em plantas de tomateiro da cultivar Santa Clara e Tabaco em condições de telado.

O inóculo de *M. incognita* foi obtido a partir de uma amostra de solo infestado no município de Lupionópolis, Paraná, e registrado no Laboratório de Nematologia do IAPAR com o número 35.1. Essa população de nematoides foi confirmada como *M. incognita* por eletroforese e padrão perineal de fêmeas, em seguida purificada. A população de *M. incognita* foi identificada como raça 2 pelo teste com plantas diferenciados (CARNEIRO; ALMEIDA, 2000) e multiplicado em tomateiro da cultivar Santa Clara.

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

**Tabela 3.1** - Progênes F<sub>8</sub> 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’ <sup>(1)</sup> | “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 |

**Fonte:** o próprio autor

<sup>(1)</sup> Padrão suscetível

Essas progênes foram originadas do cruzamento “Catuaí” x (“Catuaí” x cafeeiro da série BA-10). O cafeeiro da série BA-10 é portador de genes da espécie *Coffea liberica*. Esse híbrido F<sub>1</sub> obtido pelo IAC em 1972 foi denominado H8721. As sementes desse híbrido foram colhidas e avançadas para a geração F<sub>2</sub> em 1975. Sementes F<sub>3</sub> de uma planta F<sub>2</sub>

(H8721 – EP164 c.1420) foram introduzidas no IAPAR em Londrina, no ano de 1977, e foi denominada IAPAR 77041.

As progênies F<sub>8</sub> foram provenientes da mesma planta F<sub>5</sub> (IAPAR 77041-62-6-10) que originou a cultivar IPR 100, considerada resistente a *M. paranaensis*. 'IPR 100' foi originada da amostra composta de sementes das plantas F<sub>6</sub> IAPAR 77041-62-6-10-3 e IAPAR 77041-62-6-10-4, enquanto que as progênies F<sub>8</sub> deste trabalho foram provenientes da planta F<sub>6</sub> denominada IAPAR 77041-62-6-10-6. As sementes dessa planta F<sub>6</sub> foram colhidas e avançadas para a F<sub>7</sub> em uma área sem *M. paranaensis* em Londrina, no ano de 2001.

Uma planta F<sub>7</sub> (IAPAR 77041-62-6-10-6-2) com resistência à ferrugem foi avançada para a F<sub>8</sub> em Londrina, em outra área sem *M. paranaensis*, no ano de 2006. Foram coletadas as sementes de 23 plantas individuais dessas progênies F<sub>8</sub> que apresentaram características agrônômicas desejáveis. Avaliações preliminares indicaram que, ao contrário da cultivar IPR 100, essas progênies foram resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) de acordo com sua origem.

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, em que foi descartada a parte aérea e recolhidos os sistemas radiculares, que foram lavados cuidadosamente em água corrente e pesados. Em seguida, foi realizada a extração dos ovos, empregando-se a metodologia de Bonetti e Ferraz (1981). A quantificação do número de nematoides por sistema radicular foi realizada através de contagem em câmara de Peters sob microscópio óptico. Com os dados do peso do sistema radicular e número de nematoides, foi possível determinar o número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g<sup>-1</sup>).

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  $ISH = (\text{Nematoides.g}^{-1} \text{ do tratamento} / \text{Nematoides.g}^{-1} \text{ do padrão suscetível}) \times 100$  (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% = altamente resistente (AR); 1,1 a 10% = resistente (R); 10,1 a 25% = moderadamente resistente (MR); 25,1 a 50% = moderadamente suscetível (MS); 50,1 a 75% = suscetível (S); 75,1 a 100% = altamente suscetível (AS).

O FR, RFR e ISH foram calculados com base nos dados da média das parcelas. A porcentagem de plantas com diferentes níveis de resistência, obtidos do RFR e ISH, foram calculados utilizando os dados de parcelas individuais do padrão suscetível com os dados das respectivas parcelas dos tratamentos.

Os dados de  $\text{Nematoides.g}^{-1}$  foram transformados para  $\text{Log}(x)$  para efetuar a análise de variância e teste de agrupamento de médias Scott Knott à 5% de probabilidade. A associação entre os métodos RFR e ISH foi avaliada por meio dos coeficientes de correlação de Spearman.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do experimento com *M. paranaensis* (Tabela 4.1), 13 progênies apresentaram menor valor de Nematoides.g<sup>-1</sup> e difeririam estatisticamente do padrão suscetível Catuaí Vermelho IAC 99 e outras dez não diferiram. Em sete progênies o FR foi menor do que 1, podendo-se inferir que esses genótipos apresentaram resistência a *M. paranaensis*.

No experimento com *M. incognita*, dezesseis progênies apresentaram menor valor de Nematoides.g<sup>-1</sup> e difeririam estatisticamente do padrão suscetível Catuaí Vermelho IAC 99, e dentre estas, quatro se destacaram das demais devido a baixa quantidade de Nematoides.g<sup>-1</sup>. Sete progênies não diferiram estatisticamente do padrão suscetível. O FR mostrou que em nove progênies a população de nematoides diminuiu, porém em quinze delas aumentou, e entre essas variou de 1,02 a 11,59. (Tabela 4.1)

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 simultânea 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). Conseqüentemente, a utilização de cultivares com resistência específica a apenas uma espécie ou raça seria pouco eficaz nessas áreas.

**Tabela 4.1** - Médias de número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raízes (Nematoides.g<sup>-1</sup>) de *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne incognita* e Fator de Reprodução (FR) em progênes F<sub>8</sub> de *Coffea arabica*.

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

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

<sup>(2)</sup> Padrão suscetível 'Catuaí Vermelho IAC 99'

Fonte: o próprio autor

Baseando-se na média de RFR do experimento com *M. paranaensis*, quatro progênes 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 progênes também apresentaram alto valor de RFR, classificadas como R ou MR com porcentagem de plantas resistentes que variou de 66,7% a 91,7%. Outros dez materiais foram classificados como MS, S ou AS e o percentual de plantas classificadas como AR, R e MR foi inferior a 50%.

No experimento com *M. incognita* quatro progênes foram classificadas como AR, apresentando todas as plantas classificadas como AR, R e MR, e as progênes

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%. Outros treze materiais foram classificados como MS, S ou AS (Tabela 4.2).

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.

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 4.3).

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*.

**Tabela 4.2** - 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>     |         |    |    |    |    |    |    |     |
|-------------------------|-------|----|------|------|------|------|------|------|-------------------------|---------|----|----|----|----|----|----|-----|
| Frequência RFR %        |       |    |      |      |      |      |      |      | Frequência RFR %        |         |    |    |    |    |    |    |     |
| Progênes F <sub>8</sub> | RFR   | AR | R    | MR   | MS   | S    | AS   |      | Progênes F <sub>8</sub> | RFR     | AR | R  | MR | MS | S  | AS |     |
| IAPAR 13173             | 97,24 | AR | 75   | 16,7 | 8,3  | 0    | 0    | 0    | IAPAR 13159             | 98,88   | AR | 90 | 10 | 0  | 0  | 0  |     |
| IAPAR 13168             | 97,20 | AR | 66,7 | 16,7 | 16,7 | 0    | 0    | 0    | IAPAR 13162             | 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 13164             | 97,19   | AR | 60 | 30 | 10 | 0  | 0  | 0   |
| IAPAR 13156             | 96,43 | AR | 66,7 | 16,7 | 0    | 0    | 0    | 16,7 | IAPAR 13163             | 96,90   | AR | 70 | 30 | 0  | 0  | 0  | 0   |
| IAPAR 13169             | 94,37 | R  | 0    | 66,7 | 16,7 | 0    | 16,7 | 0    | IAPAR 13168             | 94,45   | R  | 40 | 40 | 10 | 10 | 0  | 0   |
| IAPAR 13165             | 92,74 | R  | 50   | 25   | 16,7 | 0    | 0    | 8,3  | IAPAR 13166             | 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 13173             | 91,27   | R  | 30 | 20 | 40 | 10 | 0  | 0   |
| IAPAR 13178             | 88,70 | MR | 25   | 33,3 | 33,3 | 8,3  | 0    | 0    | IAPAR 13157             | 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 13156             | 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 13169             | 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 13167             | 75,56   | MR | 20 | 0  | 30 | 20 | 20 | 10  |
| IAPAR 13162             | 79,69 | MR | 33,3 | 8,3  | 33,3 | 0    | 0    | 25   | IAPAR 13172             | 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 13165             | 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 13177             | 69,41   | MS | 0  | 0  | 20 | 50 | 10 | 20  |
| IAPAR 13174             | 61,60 | MS | 8,3  | 25   | 16,7 | 25   | 0    | 25   | IAPAR 13178             | 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 13158             | 35,71   | S  | 10 | 0  | 20 | 10 | 20 | 40  |
| IAPAR 13171             | 51,96 | MS | 25   | 8,3  | 8,3  | 25   | 8,3  | 25   | IAPAR 13161             | 24,71   | S  | 0  | 0  | 20 | 0  | 30 | 50  |
| IAPAR 13176             | 48,95 | S  | 0    | 0    | 25   | 16,7 | 41,7 | 16,7 | IAPAR 13160             | 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 13176             | 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 13171             | 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 | Catuaí <sup>(1)</sup>   | 0       | AS | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 100 |
| IAPAR 13161             | 12,79 | AS | 0    | 0    | 8,3  | 8,3  | 16,7 | 66,7 | IAPAR 13175             | -16,29  | AS | 20 | 20 | 20 | 10 | 0  | 30  |
| IAPAR 13175             | 9,36  | AS | 8,3  | 0    | 0    | 16,7 | 0    | 75   | IAPAR 13170             | -52,16  | AS | 20 | 0  | 20 | 0  | 0  | 60  |
| Catuaí <sup>(1)</sup>   | 0     | AS | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 100  | IAPAR 13174             | -293,21 | AS | 10 | 0  | 10 | 20 | 0  | 60  |

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

Fonte: o próprio autor

**Tabela 4.3** - 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>   |        |    | Frequência ISH % |      |      |      |      |      | <i>M. incognita</i>     |        |    | Frequência ISH % |    |    |    |    |    |
|-------------------------|--------|----|------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|--------|----|------------------|----|----|----|----|----|
| Progênes F <sub>8</sub> | ISH    |    | AR               | R    | MR   | MS   | S    | AS   | Progênes F <sub>8</sub> | ISH    |    | AR               | R  | MR | MS | S  | AS |
| IAPAR 13168             | 3,06   | R  | 0                | 66,7 | 33,3 | 0    | 0    | 0    | IAPAR 13159             | 0,77   | AR | 60               | 40 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13173             | 3,13   | R  | 8,3              | 66,7 | 25   | 0    | 0    | 0    | IAPAR 13162             | 2,11   | R  | 20               | 80 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13157             | 3,62   | R  | 16,7             | 50   | 25   | 8,3  | 0    | 0    | IAPAR 13163             | 2,75   | R  | 90               | 10 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13156             | 5,25   | R  | 16,7             | 50   | 25   | 0    | 0    | 8,3  | IAPAR 13164             | 2,94   | R  | 40               | 60 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13169             | 6,9    | R  | 0                | 8,3  | 66,7 | 8,3  | 8,3  | 8,3  | IAPAR 13168             | 5,12   | R  | 10               | 80 | 10 | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13165             | 7,67   | R  | 8,3              | 66,7 | 16,7 | 0    | 0    | 8,3  | IAPAR 13166             | 6,03   | R  | 0                | 70 | 30 | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13166             | 8,49   | R  | 8,3              | 50   | 33,3 | 8,3  | 0    | 0    | IAPAR 13173             | 6,1    | R  | 0                | 80 | 20 | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13178             | 13,61  | MR | 8,3              | 25   | 50   | 8,3  | 0    | 8,3  | IAPAR 13157             | 8,09   | R  | 0                | 60 | 30 | 10 | 0  | 0  |
| IAPAR 13163             | 15,44  | MR | 8,3              | 41,7 | 16,7 | 16,7 | 8,3  | 8,3  | IAPAR 13156             | 13,35  | MR | 0                | 30 | 50 | 0  | 20 | 0  |
| IAPAR 13164             | 20     | MR | 0                | 58,3 | 0    | 25   | 0    | 16,7 | IAPAR 13167             | 16,21  | MR | 0                | 40 | 40 | 0  | 20 | 0  |
| IAPAR 13167             | 21,03  | MR | 8,3              | 33,3 | 25   | 8,3  | 16,7 | 8,3  | IAPAR 13165             | 18,32  | MR | 0                | 20 | 50 | 30 | 0  | 0  |
| IAPAR 13172             | 24,08  | MR | 16,7             | 25   | 16,7 | 25   | 8,3  | 8,3  | IAPAR 13169             | 19,92  | MR | 10               | 30 | 50 | 0  | 0  | 10 |
| IAPAR 13170             | 26,84  | MS | 0                | 50   | 0    | 33,3 | 0    | 16,7 | IAPAR 13177             | 24,69  | MR | 0                | 10 | 50 | 20 | 20 | 0  |
| IAPAR 13162             | 30,65  | MS | 0                | 41,7 | 8,3  | 25   | 0    | 25   | IAPAR 13178             | 37,22  | MS | 0                | 30 | 20 | 30 | 0  | 20 |
| IAPAR 13176             | 52,15  | S  | 0                | 0    | 8,3  | 33,3 | 16,7 | 41,7 | IAPAR 13172             | 47,39  | MS | 0                | 40 | 0  | 20 | 0  | 40 |
| IAPAR 13171             | 52,43  | S  | 8,3              | 16,7 | 25   | 16,7 | 8,3  | 25   | IAPAR 13158             | 56,65  | S  | 0                | 10 | 20 | 10 | 40 | 20 |
| IAPAR 13159             | 54,79  | S  | 8,3              | 16,7 | 8,3  | 16,7 | 0    | 50   | IAPAR 13161             | 60,54  | S  | 0                | 0  | 20 | 20 | 30 | 30 |
| IAPAR 13174             | 62,51  | S  | 0                | 16,7 | 25   | 25   | 0    | 33,3 | IAPAR 13176             | 82,47  | AS | 0                | 0  | 0  | 40 | 10 | 50 |
| IAPAR 13177             | 79,06  | AS | 0                | 16,7 | 8,3  | 8,3  | 0    | 66,7 | Catuaí <sup>(2)</sup>   | 100    | AS | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| IAPAR 13160             | 93,71  | AS | 0                | 16,7 | 0    | 16,7 | 0    | 66,7 | IAPAR 13160             | 100,98 | AS | 0                | 0  | 0  | 20 | 20 | 60 |
| Catuaí <sup>(2)</sup>   | 100    | AS | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 100  | IAPAR 13170             | 110,62 | AS | 10               | 10 | 20 | 20 | 0  | 40 |
| IAPAR 13161             | 100,2  | AS | 0                | 0    | 8,3  | 8,3  | 8,3  | 75   | IAPAR 13175             | 127,37 | AS | 0                | 40 | 10 | 10 | 0  | 40 |
| IAPAR 13158             | 100,25 | AS | 0                | 8,3  | 0    | 25   | 16,7 | 50   | IAPAR 13171             | 167,99 | AS | 0                | 50 | 0  | 0  | 10 | 40 |
| IAPAR 13175             | 129,43 | AS | 0                | 8,3  | 0    | 8,3  | 8,3  | 75   | IAPAR 13174             | 259,72 | AS | 0                | 10 | 20 | 0  | 10 | 60 |

<sup>(2)</sup> Padrão suscetível 'Catuaí Vermelho IAC 99', utilizado como padrão para cálculo de ISH.

Fonte: o próprio autor

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.

De acordo com os coeficientes de correlação de Spearman, os métodos RFR e ISH, correlacionam-se inversamente em ambos os experimentos, apresentando valores negativos e próximos a -1. No experimento com *M. paranaensis*, o valor foi -0,928462 (p-valor  $<2,2 \cdot 10^{-16}$ ) e com *M. incognita* o coeficiente de Spearman foi de -0,9374184 (p-valor  $<2,2 \cdot 10^{-16}$ ).

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 foram originadas do cruzamento entre “Catuaí” x (“Catuaí” x ‘Cafeeiro da série BA10’), mesma origem do cafeeiro que deu origem a cultivar IPR 100, 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*.

Anzueto et al. (1995) sugerem que a resistência a *Meloidogyne* spp. ocorra devido a um gene dominante, na proporção de 3 resistentes: 1 suscetível, ou ainda que ocorra a ação de dois genes dominantes complementares na proporção de 9 resistentes: 7 suscetíveis.

Tem sido encontrada a proporção de 3 resistentes: 1 suscetível em cafeeiros segregantes para a resistência ao *M. paranaensis* (MATA et al., 2001; MATA et al., 2002; SERA et al., 2003; SERA et al., 2003b) e raças 1 e 2 de *M. incognita* (SERA et al., 2003b) em cafeeiros. Estes estudos sugerem que a resistência seja específica a espécies e raças e, de caráter monogênico e dominante, com a frequência esperada de plantas suscetíveis em genótipos segregantes de 25 %.

Neste trabalho foram encontrados muitos genótipos com frequência de plantas resistentes próxima a 75%, principalmente aqueles classificados como MR na RFR e ISH, e é provável que os alelos de resistência desses materiais estejam em heterozigose para a resistência a *M. paranaensis* e *M. incognita*. Com o avanço de geração dessas progênes F<sub>8</sub> heterozigotas será possível identificar progênes F<sub>9</sub> homozigotas e com níveis de resistência mais elevados como AR e R.

Porém, seis genótipos 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.

Muitos dos genótipos testados não foram homozigotos 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 F<sub>9</sub>. As progênes F<sub>8</sub> com maior facilidade de identificar progênes F<sub>9</sub> homozigotas para a resistência aos dois nematoides são IAPAR 13162, IAPAR 13163, IAPAR 13164, IAPAR 13168 e IAPAR 13173, pois a resistência já está em homozigose para pelo menos um dos nematoides.

Normalmente, em gerações avançadas como F<sub>8</sub> era esperado que as progênes já estivessem em homozigose para a resistência ou suscetibilidade aos nematoides. Entretanto, nesse estudo foram observadas muitas progênes F<sub>8</sub> com plantas suscetíveis segregantes.

Uma hipótese da ocorrência dessa segregação seria uma provável hibridação natural ocorrida entre plantas irmãs resistente e suscetível. Essa hibridação natural pode ter ocorrido na geração F<sub>5</sub>, pois as progênes F<sub>8</sub> utilizadas nesse estudo foram provenientes da mesma planta F<sub>5</sub> (IAPAR 77041-62-6-10) que originou a cultivar IPR 100, considerada resistente a *M. paranaensis*. 'IPR 100' foi originada da amostra composta de sementes das plantas F<sub>6</sub> IAPAR 77041-62-6-10-3 e IAPAR 77041-62-6-10-4, enquanto que as progênes F<sub>8</sub> deste trabalho foram provenientes da planta F<sub>6</sub> denominada IAPAR 77041-62-6-10-6. A segregação de plantas suscetíveis deve ter iniciado na geração F<sub>6</sub>, onde IAPAR 77041-62-6-

10-3 e IAPAR 77041-62-6-10-4 eram homozigotas para a resistência e IAPAR 77041-62-6-10-6, provavelmente, era heterozigota para a resistência.

A hibridação deve ter ocorrido entre plantas irmãs F<sub>5</sub>, 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 F<sub>8</sub> são as mesmas da cultivar IPR 100.

As progênes classificadas como resistentes nos experimentos são bastante promissoras, uma vez que esses materiais também possuem resistência completa à ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Tal resistência foi identificada em campo em avaliações do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), e provavelmente herdada do cafeeiro da série BA10 de *Coffea liberica*, que possui o gene SH3, conferindo resistência a ferrugem, diferente da cultivar IPR 100, que não herdou resistência a esse patógeno.

## 5 CONCLUSÃO

Mesmo apresentando origem comum da cultivar IPR 100, nem todas as progênies apresentaram resistência às espécies de nematoides testadas. A identificação de progênies fornece dados importantes aos programas de melhoramento genético do cafeeiro, pois permitem a geração de cultivares com maior nível tecnológico, que serão disponibilizadas aos agricultores.

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

Novos estudos para caracterização dos genes de resistência são necessários, pois podem promover resistência a outras espécies de nematoides.

## REFERÊNCIAS

- ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café). **Exportação Brasileira de Café**. 2013. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49>>. Acesso em: 28 fev. 2015.
- ALBUQUERQUE, E. V. S.; CARNEIRO, R.; COSTA, P.; GOMES, A.; SANTOS, M.; PEREIRA, A.; NICOLE, M.; FERNANDEZ, D.; GROSSI-DE-AS, M. F. Resistance to *Meloidogyne incognita* is expressed by a hypersensitive-like response in *Coffea arabica*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 127, n. 3, p. 365-373. 2010.
- ALONSO, S.K.; ALFENAS, A.C. Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematoides. (Eds.). **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos**. Viçosa: Editora UFV. p. 525- 543. 2006.
- ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; BERTRAND, B. Intermediate resistance to *Meloidogyne exigua* root-knot nematode in *Coffea arabica*. **Crop Protection**, [S. l.], v. 26, p. 903 910. 2007.
- ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; QUIROS, O.; WILCHES, A.; LASHERMES, P.; BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. **Euphytica**, v.118, p.53-65. 2001.
- ANTHONY, F.; TOPART, P.; ASTORGA, C.; ANZUETO, F.; BERTRAND, B. La resistencia genética de *Coffea* spp. a *Meloidogyne paranaensis*: identificación y utilización para la caficultura latinoamericana. **Manejo integrado de Playas y Agroecología**, Costa Rica n.67, p. 5-12. 2003.
- ANTHONY, F.; TOPART, P.; MARTINEZ, A.; SILVA, M.; NICOLE, M. Hypersensitivelike reaction conferred by the *Mex-1* resistance gene against *Meloidogyne exigua* in coffee. **Plant Pathology**, Oxford, v. 54, n. 4, p. 476–482. 2005.
- ANZUETO, F.; ESKES, A. B.; SARAH, J. L.; DECAZY, B. Estudio de la resistencia a *Meloidogyne* spp. em descendencias de *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. In: SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA, 16., 1993, Manágua, Nicarágua. **Anais...** Tegucigalpa, Honduras: IICA/PROMECAFÉ. v.1, p.399-411. 1995.
- ANZUETO, F.; BERTRAND, B.; SARAH, J. L.; ESKES, A. B.; DECAZY, B. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. **Euphytica**, [S. l.], v. 118, p. 1-8. 2001.
- AOKI, S.; SIPES, B.; ASTORGA, C.; NAGAI, C.; Resistance of semi-wild *Coffea arabica* from Ethiopia to a root-knot nematode, *Meloidogyne konaensis*. **Nematropica**, v. 42, n. 1. p. 131-136. 2012.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; SOUZA, R. M.; VIANA, A. P.; SILVA, C. P. Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 49-54. 2004.

- BARROS, A. F.; OLIVEIRA, R. D. L.; ZAMBOLIN, L.; FERREIRA, A. O.; COUTINHO, R. R. *Meloidogyne paranaensis* attacking coffee trees in Espírito Santo State, Brazil. **Australasian Plant Disease**, Collingwood, Vic, Notes, [S. l.], n.6, p. 43-45. 2011.
- BLOK, V. C.; POWERS O. Biochemical and molecular identification. In: PERRY, R.; MOENS, M. STARR, J. L. (Eds.). **Root-knot Nematodes**. Cambridge, MA, USA, CABI International, p. 98-118. 2009.
- 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.
- BOISSEAU, M.; ARIBI, J.; SOUSA, F. R. de, CARNEIRO, R. M. D. G.; ANTHONY, F. Resistance to *Meloidogyne paranaensis* in wild *Coffea arabica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 38-41. 2009.
- BRIDSON, D.M. Nomenclatural notes on *Psilanthus* including *Coffea* set. *Paracoffea* (Rubiaceae tribe Coffeaeae). **Kew Bulletin**. v. 42, p. 453-460. 1987.
- CABOS, R.Y.; SIPES, B.S.; NAGAI, C.; SERRACIN, M.; SCHMITT, D.P. Evaluation of coffee genotypes for root-knot nematode resistance. **Nematropica**, v. 40, p. 191-202. 2010.
- CAMPOS, V. P.; MELLES, C. C. A. Ocorrência e distribuição de espécies de *Meloidogyne* em cafezais dos campos das vertentes e do sul de Minas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, 1987. v. 11, p. 233-241.
- CAMPOS, V. P. **Manejo de doenças causadas por fitonematoides**. 1. ed. Lavras: Gráfica Universitária-UFLA. v. 1. 106p. 1999.
- CAMPOS, V. P.; SILVA, J. R. C. Management of *Meloidogyne* spp. in coffee plantations. In: SOUZA, R. M. (Ed.). **Plant-parasitic nematodes of coffee**. Dordrecht: Springer. p. 149-164. 2008.
- 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 UK: CAB International, p. 529-579. 2005.
- CARNEIRO, R. G. Reação de café 'Icatu' a *Meloidogyne incognita* raça 2 em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 1-2, p. 53-59. 1995.
- CARNEIRO, R. G.; ALTÉIA, A. A. K. Seleção de cafeeiros de *Coffea canephora* resistentes a raças de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 16, n. 1-2, p. 93. 1992.
- CARNEIRO, R. G.; ANTONIO, H.; BRITO, J. A.; ALTÉIA, A. A. K. Identificação de espécies e raças de *Meloidogyne* na região noroeste do estado do Paraná: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 14, 1990, Londrina. **Anais...** Piracicaba: SBN/IAPAR. p. 4. 1990.

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.; CARNEIRO, R. G.; ABRANTES, I. M. O.; SANTOS, M. S. N. A.; ALMEIDA, M. R. A. *Meloidogyne paranaensis* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasiting coffee in Brazil. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 28, n.2, p. 177-189. Sep. 1996.

CARNEIRO, R. M. D. G.; COFCEWICZ, E. T. Taxonomy of coffee-parasitic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. In: SOUZA, R. M. (Ed.). **Plant parasitic nematodes of coffee**. Springer. Holand, p. 87-122. 2008.

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.

CARVALHO, A. M. et al. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre ‘Catuaí’ e ‘Híbrido de Timor’. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 249-253. 2008.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, Primeiro Levantamento, Brasília, jan. de 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_14\\_11\\_57\\_33\\_boletim\\_cafe\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2015.

COUTURON, E.; LASHERMES, P.; CHARRIER, A. First intergeneric hybrids (*Psilanthus ebracteolatus* Hiern x *Coffea arabica* L.) in coffee trees. **Canadian Journal Botany**. v.76, p.542-546. 1998.

CURI, S. M.; CARVALHO, A.; MORAES, F. P.; MONACO, L. C.; ARRUDA, H. V. de. Novas fontes de resistência genética de *Coffea* no controle do nematoide do cafeeiro, *Meloidogyne exigua*. **O Biológico**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 293-295. 1970.

DAVIS, A.P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D.M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of The Linnean Society**. v.152, p.465-512. 2006.

DIAS, P. P.; VIEIRA, H. D.; BARBOSA, D. H. S. G.; VIANA, A. P.; GONÇALVES, W.; ANDRADE, W. E. de B. Avaliação do desenvolvimento vegetativo e do comportamento de mudas de café (*Coffea arabica*) infectadas ou não por uma população fluminense de *Meloidogyne exigua*. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 1-10. 2009.

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.

FAZUOLI, L.C., GONÇALVES, W.; BRAGHINI, M.T. & SILVAROLLA, M.B. Tupi RN IAC 1669-13: cultivar de café com resistência a *Hemileia vastatrix* e ao nematóide *Meloidogyne exigua*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31, Guarapari. **Resumos**, p. 268-269. 2005.

FAZUOLI, L. C.; LORDELLO, R. R. A. Resistência de *Coffea liberica* e *C. dewevrei* a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, n. 2, p. 197-199. 1977.

\_\_\_\_\_. Fontes de resistência em espécies de cafeeiros ao nematóide *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, n. 3, p. 49-52. 1978.

FERRAZ, L. C. B. F. World reports of *Meloidogyne*: Brazil. In: SOUZA, R.M. (Ed). **Plant Parasitic Nematodes of Coffee**. New York: APS Press & Springer. p.225-248. 2008.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Eds). **Manual de Fitopatologia**. 4ª Edição. Piracicaba: Agronômica Ceres. p. 289-295. 2011.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV. 306 p. 2010.

FERRAZ, S.; MENDES M. de L. O nematóide das galhas. **Informe Agropecuário**. Nematóides: o inimigo oculto da agricultura, Belo Horizonte, v.16, n.172, p.43-45. 1992.

FLOR, H. H. Current status of gene-for-gene concept. **Annual Review of Phytopathology**, California, v. 9, p. 275-296. 1971.

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.

FREITAS L. G.; OLIVEIRA, R. D. de L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa : UFV, 2001. 84p. GIEBEL, J. Mechanism of resistance to plant nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, California, 20:257-279. 1982.

GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência do cafeeiro a nematoides. II. Teste de progênies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3,1. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 125-142. 1987.

GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B.; LIMA, M. M. A. de; SILVAROLLA, M. B. Reações de cafeeiros às raças 1, 2 e 3 de *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna. v. 22, n. 2, p. 172-177. 1996.

GONÇALVES, W.; GUERREIRO-FILHO, O.; MEDINA-FILHO, H. P.; CARVALHO, A. Reação de cafeeiros derivados de *Coffea racemosa* a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, v. 16, n. 1 e 2, p. 93. 1992.

GONÇALVES, W.; LIMA, M. M. A. de; FAZUOLI, L. C. Resistência do cafeeiro a

nematoides: III. Avaliação da resistência de espécies de *Coffea* e de híbridos interespecíficos a *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 12, p. 47-54. 1988.

GONÇALVES, W.; PEREIRA, A. A. Resistência do cafeeiro a nematoides IV – Reação de cafeeiros derivados do Híbrido de Timor a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. 39-50. 1998.

GONÇALVES, W.; RAMIRO, D. A.; GALLO, P. B.; GIOMO, G. S. Manejo de nematoides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO-CAFÉ, 10, Mococa, SP, 2004. **Anais...** Mococa: Instituto Biológico, p. 48-66. 2004.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. Nematoides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia. p. 199-268. 2001.

\_\_\_\_\_. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 54-56. 2007.

HARTMAN, R. M.; SASSER, J. N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential hosp and perineal pattern morphology. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C.; SASSER, J. N. (Eds.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. v 2, Methodology, Raleigh, NC, USA, North Carolina State University Graphics, p. 69-77. 1985.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Estatísticas do comércio**. Disponível em: <<http://www.ico.org>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

ITO, D. S.; MACHADO, A. C. Z.; SILVA, S. A.; DORIGO, O. F.; GARDIANO, C. G.; MATTEI, D. Levantamento parcial de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiros na região do arenito (noroeste) do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8. 2013, Salvador, **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ. 2013.

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.

KANAYAMA, F. S.; SERA, G. H.; SERA, T.; MATA, J. S. da; RUAS, P. M.; ITO, D. S. Progênes de *Coffea arabica* cv. IPR 100 com resistência ao nematoide *Meloidogyne incognita* raça 1. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1321-1326. 2009.

KOENNING, S. R. et al. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 31, s. 4, p. 587-618. 1999.

LIMA, E. A. de.; FURLANETTO, C.; SOUSA, M. G.; MENEZES, A. C. M.; SOUSA, F. R. de.; ALMEIDA, M. R. A.; SERGIO JÚNIOR, A.; FERRÃO, M. A.; CARNEIRO, R. M. D. G. Resistência múltipla e resposta de hipersensibilidade do cafeeiro ‘Conilon 14’ a *Meloidogyne* spp.. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8. 2013, Salvador, **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ. 2013.

LIMA, R. D. de; CAMPOS, V. P.; HUANG, S. P.; MELLES, C. C. A. Reprodutividade e parasitismo de *Meloidogyne exigua* em ervas daninhas que ocorrem em cafezais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 9, p. 63-72. 1985.

LORDELLO, L. G. E.; HASHIZUME, H. Suscetibilidade da variedade Kouillou de *C. canephora* a um nematoide. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 46, p. 157-158. 1971.

MAPA/Agrofit, 2015. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Coordenação de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 26 Jan. 2015.

MATA, J. S. da; ALTÉIA, M. Z.; COLOMBO, L. A.; TRILLER, C. F.; SERA, T.; AZEVEDO, J. A.; SERA, G. H. Obtenção de cultivares de *Coffea arabica* resistentes a *Meloidogyne paranaensis* 2: EMN2000/ Linhagens Galli/ Sérgio Centenário do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27., Uberaba, 2001. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. p. 223-224. 2001.

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.

MATA, J. S. da; SERA, T.; AZEVEDO, J. A.; ALTÉIA, M. Z.; COLOMBO, L. A.; SANCHES, R. S.; PETEK, M. R.; FADELLI, S. Seleção para resistência ao nematoide *Meloidogyne paranaensis* EMN-95001: IAPARLN 94066 de “Catuaí x Icatu” em área altamente infestada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA. p. 515-518. 2000.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Diagnóstico da cafeicultura. In: MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. (Eds.). **Cultura de café no Brasil: Novo Manual de Recomendações**. MAPA/PROCAFÉ, Fundação PROCAFÉ, p. 24. 2005.

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.

NOIR, S.; ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; COMBRES, M. C.; LASHERMES, P. Identification of major gene (*Mex-1*) from *Coffea canephora* conferring resistance to *M. exigua* in *Coffea arabica*. **Plant Pathology**, v. 52, p. 97-103. 2003.

OLIVEIRA, C. M. G. de; GONÇALVES, W.; MONTEIRO, A. R. Espécies de *Meloidogyne* e raças de *M. incognita* em cafezais do Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, n. 1, p. 155-164. 2001.

OLIVEIRA, D.S. **Patogenicidade de populações de *Meloidogyne incognita* provenientes de Minas Gerais e de São Paulo ao cafeeiro**. 2006. 75f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

OLIVEIRA, D. S.; OLIVEIRA, R. D. L.; SILVA, D. G.; SILVA, R. V. Characterization of *Meloidogyne incognita* populations from São Paulo and Minas Gerais state and their pathogenicity on coffee plants. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 3, 190-194. 2011.

PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; BALBI-PENA, M. I.; FURLANETTO, C. *Meloidogyne* spp. associadas à cafeicultura em municípios do oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p. 23-27. Mar. 2006.

REIS, P.R.; CUNHA, R.L. **Café Arábica do plantio a colheita**. Lavras: U.R. EPAMIG SM. 896p. v.1. 2010.

RIBEIRO, R. C. F.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, C. H.; LIMA, R. D. de. Resistência de progênies de híbridos interespecíficos de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 1, p. 11-16. 2005.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338. 2006.

RODRIGUES, A. C. F. O.; ABRANTES, I. M. O.; MELILLO, M. T.; BLEVEZACHEO, T. Ultrastructural response of coffee roots to root-knot nematodes, *Meloidogyne exigua* and *M. megadora*. **Nematropica**, Florida, v. 30, n. 2, p. 201-210. 2000.

ROESE, A. D.; OLIVEIRA, R. D. de L. Capacidade reprodutiva de *Meloidogyne paranaensis* em espécies de plantas daninhas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 28, n. 2, p. 137-141. 2004.

ROESE, A. D.; OLIVEIRA, R. D. de L.; LANES, F. F. de. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 28, n. 2, p. 131-135. 2004.

SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P.; RESENDE, M.L.; KRYZANOWSKI, A.A. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros IAPAR 59 e Catuaí. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 26, p.205-207. 2002.

SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. Aspectos técnicos dos nematoides parasitas dos cafeeiros. **Boletim técnico**, Belo Horizonte: EPAMIG, 60p. 2011.

SALGADO, S. M. L.; REZENDE, J. C. de. Manejo de fitonematoides em cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Eds.). **Café arábica do plantio à colheita**. Vol.1. Epamig – Lavras – MG. p. 757-804. 2010.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cultivares de cafeeiros resistentes e suscetíveis. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 413-415. 2005.

SANTOS, C. D. G.; CARVALHO, S. L. F.; SILVA, M. C. L. Solarização do solo em sacos plásticos para controle dos nematóides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p. 350-356, 2006.

SANTOS, J. M. dos. Os nematoides de galha que infectam o cafeeiro no Brasil. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4. ENCONTRO SOBRE DOENÇAS E PRAGAS DO CAFEIEIRO, 5., 2001, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: Instituto Biológico. p.10-20. 2001.

SANTOS, M. F. A. dos. **Diversidade de *Meloidogyne incognita* e espécies correlatas como sugerem abordagens biológicas, citológicas morfológicas e moleculares.** 85 fls. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

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.; ITO, D. S.; MATA, J. S. da; DOI, D. S.; AZEVEDO, J. A. de; RIBEIRO-FILHO, C. Progênes de *Coffea arabica* cv IPR 100 resistentes ao nematoide *Meloidogyne paranaensis*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 43-49. 2007.

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.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M.R. Melhoramento do Cafeeiro: Variedades Melhoradas no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIM L (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa: UFV. p. 217-251. 2002.

SERA, T.; MATA, J. S. da; ALTÉIA, M. Z.; PETEK, M. R.; AZEVEDO, J. A.; SERA, G. H. Resistência ao nematóide *Meloidogyne paranaensis* em progênes de cafeeiros tipo arábica do germoplasma Catucaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 29., Araxá, MG, 2003. **Anais..** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p.255-257. 2003 a.

SERA, T.; MATA, J. S. da; ALTÉIA, M. Z.; PETEK, M. R.; AZEVEDO, J. A.; SERA, G. H. Resistência simultânea aos nematóides *Meloidogyne incognita* raças 1 e 2 e *M. paranaensis* em progênes de cafeeiros do tipo arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 29., Araxá, MG, 2003. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. p.254-255. 2003b.

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.

SERA, T.; MATA, J. S. da; SERA, G. H.; DOI, D. S.; ITO, D. S.; AZEVEDO, J. A.; RIBEIRO FILHO, C. Identificação de novas progênies da cultivar IPR-100 resistentes ao nematóide *Meloidogyne paranaensis*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café. CD-ROM. 2005.

SILVA, R. V.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERREIRA, P. S.; FERREIRA, A. O.; RODRIGUES, F. A. Defense responses to *Meloidogyne exigua* in resistant coffee cultivar and non-host plant. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 114-121. 2013.

SILVA, R. V.; OLIVEIRA, R. D. L.; ZAMBOLIN, L. Primeiro relato de ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro no estado de Goiás. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 187-190. 2009.

SILVAROLLA, M. B.; GONÇALVES, W.; LIMA, M. M. A. Resistência do cafeeiro a nematoides V – Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros derivados da hibridação de *Coffea arabica* com *C. canephora*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. 51-59. 1998.

SOUZA, S. E.; SANTOS, J. M.; MATOS, R. V.; RAMOS, J. A.; SANTOS, F. S.; FERRAZ, R. C. N.; CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, C. A. Levantamento preliminar de *Meloidogyne* em cafeeiros no Estado da Bahia – Planalto da Vitória da Conquista e Chapada Diamantina. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA. p. 167-170. 2000.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**, Jaboticabal: FUNEP. p. 267-279. 1993.

TOMAZINI, M. D.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, C. M. G.; GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Resistência de genótipos de cafeeiros a *Pratylenchus Coffea* e *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 193-198. 2005.