



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE  
E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**



**REAÇÃO DE CAFEEIROS (*Coffea canephora*) AO NEMATOIDE-DAS-GALHAS  
*Meloidogyne incognita* (EST I2) SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS DE  
INOCULAÇÃO.**

**ANDERSON VIEIRA SANTOS**

**Manaus - AM  
AGOSTO/2017**

**ANDERSON VIEIRA SANTOS**

**TÍTULO: REAÇÃO DE CAFEEIROS (*Coffea canephora*) AO NEMATÓIDE-  
DAS-GALHAS *Meloidogyne incognita* (EST I2) SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS  
DE INOCULAÇÃO.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador: Prof., Dr. RODRIGO BARROS ROCHA.

Co-orientadores: Prof, Dr. JOSÉ ROBERTO VIEIRA JÚNIOR

Prof, Dr. CLEBERSON DE FREITAS FERNANDES

**Manaus – AM  
AGOSTO/2017**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

Vieira Santos, Anderson

S237r Reação de Cafeeiros (*Coffea canephora*) ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2) sob condições controladas de inoculação / Anderson Vieira Santos. 2017  
118 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Rodrigo Barros Rocha

Coorientador: José Roberto Vieira Júnior

Coorientador: Cléberson de Freitas Fernandes

Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Fitonematóide. 2. Cafeicultura. 3. Concentração. 4. Clones. 5. Resistência. I. Rocha, Rodrigo Barros II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**ANDERSON VIEIRA SANTOS**

**REAÇÃO DE CAFEIROS (*Coffea canephora*) AO NEMATOIDE-DAS-  
GALHAS *Meloidogyne incognita* (EST I2) SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS  
DE INOCULAÇÃO.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de  
Doutorado do Programa de Pós-Graduação  
em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede  
BIONORTE, na Universidade Federal do  
Amazonas, como requisito para a obtenção  
do Título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. RODRIGO BARROS ROCHA

Co-orientadores: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO VIEIRA JÚNIOR

Prof. Dr. CLÉBERSON DE FREITAS FERNANDES

**Banca examinadora**



Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha



Prof. Dr. Jairo André Schlindwein



Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos



Prof. Dr. Angelo Gilberto Manzatto



Prof. Dr. Marcelo Curitiba Espíndula

**Manaus - AM**

**AGOSTO/2017**

*Aos meus pais Argos Warlet Santos (in memoriam) e Ledamara Vieira Santos.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo milagre da vida e pela oportunidade de me fazer vencer esta etapa.

A todos meus familiares, em especial minha avó Irene da Silveira Vieira (in memoriam), minha mãe Ledamara da Silveira Vieira, meu irmão Alisson Vieira Santos e meu tio Luciano da Silveira Vieira. Obrigado!

Ao meu orientador, Dr. Rodrigo Barros Rocha, pelo comprometimento e auxílio durante todo desenvolvimento deste trabalho. Obrigado!

Aos meus co-orientadores, Josè Roberto Vieira Júnior e Cléber de Freitas Fernandes, pelo incentivo e fundamental contribuição neste trabalho. Obrigado!

Ao Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), representado pelo reitor Valmir Miguel de Souza, por incentivar minha progressão profissional.

Ao coordenador do curso de agronomia do CEULJI/ULBRA Valter Barbosa, pela colaboração.

Aos funcionários do CEULJI/ULBRA José Emir, Fidelcino e Raimundo, que participaram das instalações dos experimentos.

Ao funcionário da Embrapa Rondônia, Gilvan de Oliveira Ferro.

Aos alunos do curso de agronomia do CEULJI/ULBRA Danilo Pissinati, Edgar Cortes, Karine Schifler, Taynara Carneiro, Fabíula Freitas e Flávia Freitas.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

A coordenação geral do Programa de Pós-Graduação da Rede Bionorte (PPG-Bionorte), representada pelo Prof. Dr. Spartaco A. Filho e a secretaria Geral do PPG-Bionorte representada por Lucia de Fátima P. da Silva.

Ao colegiado do PPG-Bionorte em Rondônia.

Aos colegas do curso de doutorado.

A Embrapa Rondônia.

Aos pesquisadores Dr. César Bauer Gomes e Dr. Israel Lima Medina da Embrapa Clima Temperado.

Aos pesquisadores Msc. André Rostand Ramalho, Dr. Alexsandro Lara Teixeira e aos professores Dr. Silvaldo F. da Silveira e Dra. Dalza Gomes da Silva, por auxiliarem na revisão e aprimoramento da tese.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

SANTOS, Anderson Vieira. **Reação de Cafeeiros (*Coffea canephora*) ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2) sob condições controladas de inoculação.** 2017. 118 f. Tese de Doutorado. (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

## RESUMO

Foi o objetivo deste trabalho analisar os efeitos do ajuste da densidade de inóculo e época de avaliação de ensaios na reação de clones de *Coffea canephora* à *Meloidogyne incognita* (Est I2) sob condições controladas. Para tanto, foram conduzidos três experimentos separadamente. Primeiramente, amostras de raízes de café foram coletadas em cinco áreas produtoras do município de Cacoal e encaminhadas para a caracterização bioquímica através da enzima esterase (Est) da(s) espécie(s) de *Meloidogyne* spp., onde se reconheceu um único padrão de *Meloidogyne incognita* (Est I2) em todas as amostras. Uma delas foi utilizada para a obtenção de uma população pura do nematóide das galhas *M. incognita* e multiplicado em tomateiro cv. Santa Clara. No primeiro experimento mudas com seis meses de idade dos clones de *C. canephora* “194”, “125” e “750”, além da variedade Obatã IAC-1669-20 de *C. arabica* e plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv Santa Clara (testemunhas) foram transplantadas para vasos. Após quinze dias de adaptação das mudas seis plantas de cada genótipo de café foram inoculadas com diferentes concentrações de *M. incognita*, sendo elas 1000, 5000, 10000 e 20000 ovos + J2 por plantas, constituindo 11 tratamentos com seis repetições em delineamento inteiramente casualizado mantidos em casa de vegetação. O tomateiro foi inoculado com 5000 ovos do nematóide/planta. As avaliações foram realizadas aos 5 e 8 meses após a inoculação. Foi observado que as menores concentrações de inóculo (1000 e 5000 ovos/planta) foram as mais eficientes para o estabelecimento e reprodução do nematóide em ambos os genótipos, expressando de forma adequada os níveis de resistência e/ou suscetibilidade dos cafeeiros. No segundo experimento, quinze clones de *C. canephora* da variedade BRS Ouro Preto, foram inoculados com 5.000 ovos + juvenis de segundo estágio (J2) da mesma população de *Meloidogyne incognita* (Est I2). O delineamento foi completamente casualizado, com seis repetições para cada clone testado. Tomateiros cv. Santa Clara e clones de café Apotã representaram as testemunhas (positiva e negativa, respectivamente). Após 148 dias da inoculação as plantas foram avaliadas quanto ao número de galhas (NG) e o fator de reprodução (FR) do nematóide (FR = população final/população inicial) em cada planta testada. Os resultados demonstraram que os clones de Apotã foram

imunes ao nematoide (FR=0) e todos os clones da cultivar BRS Ouro Preto se comportaram como resistentes à *M. incognita* (FR<1), diferenciando-se significativamente das testemunhas suscetíveis (FR>1). O terceiro experimento foi instalado em julho de 2015, com o objetivo de avaliar a reação de trinta e dois clones de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon, Robusta e Híbridos Intervarietais à mesma população de *M. incognita* (Est I2), utilizando a mesma metodologia do segundo experimento. Aos 150 DAI os clones de *C. canephora* da variedade botânica Conilon 694, 160, 837, 46, 909, 890 e os materiais híbridos 844, 1005, 169, 54, 453, 120, 193, 636, ambos com ciclo precoce de maturação, se comportaram como resistentes à *M. incognita*.

**Palavras-Chave:** Fitonematoide, Cafeicultura, Concentração, Clones, Resistência



SANTOS, Anderson Vieira. **Coffee trees reaction (*Coffea canephora*) to Root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* (Est 12) under controlled condition of inoculation.** 2017. 118 f. Doctoral Thesis. (PhD in Biotechnology) - Federal University of Amazonas, Manaus, 2017..

### ABSTRACT

Brazil is the leading producer and exporter of coffee world. The use of resistant coffee cultivars is one of the most economical ways to control the Root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. However, studies are needed to demonstrate the best methodologies used in resistance tests of coffee to the gnath nematode to be Possible to reduce experimental errors and to standardize test facilities so that the results of different jobs can be compared with confidence. Therefore, the objective of this work is to analyze the effects of adjusting the inoculum concentration and evaluation period on the reaction of *Coffea canephora* and weed clones to *Meloidogyne incognita* (Est I2) in Rondônia, as well as to evaluate the reaction of 56 clones as resistance to the Root-knot nematodes *M. incognita*. For this, three experiments were conducted separately. Firstly, samples of coffee roots were collected in five producing areas of the municipality of Cacoal and sent to the biochemical characterization by esterase enzyme (Est) of the species (s) of *Meloidogyne* spp., where a single pattern of *Meloidogyne incognita* (Est I2) in all samples. One of them was used to obtain a pure nematode population of *M. incognita* and multiplied in cv. Saint Clara. The first experiment was set up as follows: Six-month-old seedlings of *C. canephora* "194", "125" and "750" clones, as well as of the Obatã variety of *C. arabica*, from the germplasm bank of Embrapa Rondônia, were transplanted to 8-liter vessels containing 2: 1: 1: 1 sterilized substrates (natural soil, vermiculite medium texture, sand and organic compost, respectively). As a susceptible control, tomato plants (*Solanum Lycopersicum* L.) cv Santa Clara were used to verify the viability of the inoculum of *M. incognita* used in this experiment. After fifteen days of adaptation of the coffee tree seedlings in the pots, six plants of each one of the coffee genotypes was inoculated with different concentrations of *M. incognita*, being 1000, 5000, 10000 and 20000 eggs + J2 per plants, constituting 11 treatments with six replicates. However the seedlings of the susceptible control, the tomato, were inoculated with 5000 eggs of the nematode/plant. After the inoculations the treatments were arranged in a completely randomized design in the shelter. Evaluations were performed at 5 and 8 months after

inoculation. It was observed that the lowest concentrations of inoculum (1000 and 5000 eggs / pot) were the most efficient for nematode establishment and reproduction in both coffee genotypes. In the second experiment, clones of *C. canephora* of the BRS Ouro Preto variety, 8 months old were transplanted to vessels containing autoclaved soil and inoculated with 5,000 eggs + juveniles of the second stage (J2) of the nematode (first trial). The design was completely randomized, with six replicates for each genotype tested. Tomatoes cv. Santa Clara represented the positive witness and coffee clones Aboatã the negative witnesses, inoculated with the same level of inoculum of the others. After 148 days of inoculation the plants were removed from the vases and the roots separated from the aerial part, washed, weighed and evaluated for number of galls (NG). Then, the number of eggs of *M. incognita* (NO) from the roots was extracted and counted, obtaining the breeding factor (FR) of the nematode ( $FR = \text{final population} / \text{initial population}$ ) in each tested plant. Considering immune genotypes with  $FR = 0.00$ ; Resistant,  $FR < 1.00$ ; And, susceptible,  $FR > 1.00$ . The *M. incognita* NG and FR values were submitted to ANOVA and the means were compared by the Scott Knott test (1974) at 5% probability. The results showed that only clone 750 was susceptible to *M. incognita*. Aboatã clones obtained  $FR = 0$ , being considered non-hosts. The clones of the cultivar BRS Ouro Preto behaved as resistant to *M. incognita*. The second assay was installed on July 2, 2015, in order to evaluate the reaction of thirty - two clones of *C. canephora* to *M. incognita*, using the same methodology of the first assay, being evaluated on 02/11 / 2015. At 150 DAI the *C. canephora* clones of the botanical variety Conilon 694, 160, 837, 46, 909, 890 and the hybrid materials 844, 1005, 169, 543, 453, 120, 193, 636, both with early ripening cycle, Have behaved as resistant to *M. incognita* and can be used in breeding programs to obtain nematode-resistant precocious coffee cultivars under soil and climate conditions in Rondônia.

Key-words: Coffee cultivation, Plant-parasitic nematodes, Concentration, Clones, Resistance

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida do gênero <i>Meloidogyne</i> . (a) Juvenis de segundo estágio (J2) na extremidade da raiz. (b) Sintomas de galhas em raízes. (c) Fêmea madura r sítio de alimentação contendo células gigantes.....	28
Figura 2. Fenótipo isoenzimático de esterase do inóculo de nematoide-das-galhas proveniente de área cafeeira de Ji-Paraná/RO.....	62
Figura 3. Fator de reprodução de <i>M. incognita</i> (Est I2) no clone suscetível "750" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	68
Figura 4. Fator de reprodução de <i>M. incognita</i> (Est I2) no clone resistente "194" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	68
Figura 5. Fator de reprodução de <i>M. incognita</i> (Est I2) na linhagem suscetível de <i>C. arabica</i> v. Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	68
Figura 6. Número de Galhas (NG) no clone suscetível "750" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	69
Figura 7. Número de Galhas (NG) no clone resistente "194" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	69
Figura 8. Número de Galhas (NG) na linhagem suscetível de <i>C. arabica</i> variedade Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	69
Figura 9. Peso fresco de raiz (PFR) do clone suscetível "750" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	70
Figura 10. Peso fresco de raiz (PFR) do clone resistente "194" de <i>C. canephora</i> em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	70

Figura 11. Peso fresco de raiz (PFR) da linhagem suscetível de <i>C. arabica</i> variedade Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo de <i>M. incognita</i> (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).....	70
Figura 12. Clones de <i>C. canephora</i> das cultivares BRS Ouro Preto e Apoatãs conduzidas em vasos de oito litros em condições de estufa avaliadas quanto a reação ao nematoide-das-galhas <i>M. incognita</i> (Est I2).....	82
Figura 13. Clones de <i>C. canephora</i> das variedades botânicas Conilon, Robusta e Híbridos Intervarietais conduzidos em vasos de oito litros em condições de estufa avaliadas quanto a reação ao nematoide-das-galhas <i>M. incognita</i> (Est I2).....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais diferenças entre cafeeiros arábica e café canéfora.....	25
Tabela 2. Resumo das tabelas de análise de variância a 1% de probabilidade (ANOVA) para as características, peso fresco de raiz (PFR), número de galhas (NG) e fator de reprodução (FR) considerando os efeitos de diferentes densidades de inóculo (1000, 5000, 10000 e 20000 ovos) de <i>M. incognita</i> (Est I2) e épocas de avaliações (150 e 240 dias) na resposta de resistência de genótipos de <i>C. canephora</i> suscetível a nematoide, genótipo de <i>C. canephora</i> resistente e linhagem de <i>C. arabica</i> (var. Obatã).....	65
Tabela 3. Resumo da tabela de análise de variância do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematoide <i>M. incognita</i> avaliado em 15 clones de <i>C. canephora</i> cv. Conilon ‘BRS Ouro Preto’ em comparação com quatro testemunhas.....	83
Tabela 4. Estimativas dos parâmetros genéticos do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematóide <i>M. incognita</i> (Est I2) avaliado em 15 clones de <i>C. canephora</i> da cv. Conilon ‘BRS Ouro Preto’ .....	85
Tabela 5. Peso fresco de raiz (PFR), número de galhas (NG), número de ovos (NO), fator de reprodução (FR) e reação de clones de <i>C. canephora</i> da cultivar “BRS Ouro Preto”, três clones padrão para resistência selecionados em cv. IAC Apatã e da cv. Obatã IAC 1669-20 de <i>C. arabica</i> em relação ao padrão para susceptibilidade ao nematoide-das-galhas <i>M. incognita</i> (Est I2) 150 dias após a inoculação com 5000 ovos do nematoide/planta.....	86
Tabela 6. Identificação dos genótipos (clones) de <i>C. canephora</i> de acordo com suas variedades botânicas e número de dias para maturação dos frutos avaliados nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no campo experimental da Embrapa Rondônia localizado no município de Ouro Preto do Oeste – RO (latitude 10°43'31.25"S, longitude 62°14'0.77"O and 230 m altitude).....	99
Tabela 7. Resultados das análises de variância das características peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do nematoide <i>M. incognita</i> (Est I2) em 32 genótipos de <i>Coffea canephora</i> e mais duas	

variedades botânicas Conilon e Robusta avaliados aos 150 dias após a inoculação.....	103
Tabela 8. Estimativas dos parâmetros genéticos do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematóide <i>M. incognita</i> avaliado em 32 genótipos de <i>Coffea canephora</i> e mais duas variedades botânicas Conilon e Robusta avaliados aos 150 dias após a inoculação.....	104
Tabela 9. Médias do peso fresco da raiz (PFR), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do nematoide-das-galhas <i>M. incognita</i> (Est I2) em genótipos de cafeeiros ( <i>C. canephora</i> ) obtidas 150 dias após a inoculação de 5000 ovos do nematoide.....	105
Tabela 10. Estimativas de correlação intraclasse entre o fator de reprodução (FR) de <i>Meloidogyne incognita</i> (Est I2) e 11 características morfológicas e produtivas de 32 genótipos de <i>Coffea canephora</i> , híbridos intervarietais das variedades botânicas Conilon, Robusta e dos progenitores, pertencentes ao Banco de Germoplasma da Embrapa Rondônia.....	109

## SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Figuras .....	x
Lista de Tabelas.....	xii
1. Introdução.....	16
2. Revisão de Literatura.....	20
2.1 A cafeicultura e sua importância em Rondônia.....	20
2.2 Características botânicas do Cafeeiro.....	22
2.3 Nematoides e o gênero <i>Meloidogyne</i> .....	25
2.4 O gênero <i>Meloidogyne</i> associado ao cafeeiro.....	28
2.5 Interação e resistência do cafeeiro ao Nematóide-das-Galhas.....	31
3. Referências Bibliográficas.....	36
4. Objetivos.....	56
4.1 Objetivo Geral.....	56
4.2 Objetivos Específicos.....	56
5. Justificativa.....	56
6. Capítulo 1: Otimização da densidade de inóculo e época de avaliação de ensaios na reação de cafeeiros ( <i>Coffea</i> spp.) ao Nematóide-das-Galhas <i>Meloidogyne incognita</i> (Est I2):.....	58
6.1 Introdução.....	59
6.2 Material e Métodos.....	61
6.3 Resultados e Discussão.....	64
6.4 Conclusão.....	72
6.5 Referências Bibliográficas.....	72
7. Capítulo 2: Reação de clones de <i>Coffea canephora</i> da cultivar BRS Ouro Preto ao Nematóide-das-Galhas <i>Meloidogyne incognita</i> (Est I2).....	79
7.1 Introdução .....	79
7.2 Material e Métodos.....	81
7.3 Resultados e Discussão.....	84
7.4 Conclusão.....	88

7.5 Referências Bibliográficas.....	89
8. Capítulo 3: Caracterização da resposta de resistência de clones de <i>Coffea canephora</i> das variedades botânicas Conilon, Robusta e Híbridos Intervarietais ao Nematóide-das-Galhas <i>Meloidogyne incognita</i> (Est I2).....	94
8.1 Introdução.....	95
8.2 Material e Métodos.....	98
8.2.1 Recursos genéticos.....	98
8.2.2 Avaliação da reação dos genótipos de <i>C. canephora</i> a <i>M. incognita</i> .....	98
8.2.3 Métodos estatísticos.....	102
8.3 Resultados e discussões.....	102
8.4 Conclusões.....	109
8.5 Referências bibliográficas.....	110



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o maior produtor e maior exportador mundial de café e segundo maior consumidor. Possui cerca de 287 mil produtores – predominando mini e pequenos – presentes em aproximadamente 1.900 municípios de 15 estados brasileiros, com destaque para Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná (MAPA, 2014; CONAB, 2017). A produção da safra de 2017 está estimada entre 43.650,1 e 47.509,8 mil sacas beneficiadas de café. A área total utilizada com a cultura deve ser de 2.228,2 mil hectares (331,8 mil hectares em formação e 1.896,4 mil hectares em produção) (CONAB, 2017). São gerados mais de oito milhões de empregos no país pela cadeia produtiva do café, sendo que entre os meses de janeiro a dezembro de 2014, o café representou 6,9% das exportações, que chegaram a 36,73 milhões de sacas de 60 kg, gerando uma receita de US\$ 6,66 bilhões e ocupando a 5ª posição no ranking de exportações do agronegócio brasileiro (ABIC, 2014).

O estado de Rondônia é o quinto maior produtor de café do Brasil e o segundo maior produtor de café da variedade Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) (CONAB, 2017). Rondônia é o maior produtor de café da região norte brasileira, contando com aproximadamente 21.500 produtores, a maioria constituída de integrantes da agricultura familiar, distribuídos em pequenas propriedades, que baseiam na cafeicultura sua fonte de arrecadação e meio de sobrevivência (CIPRIANO et al., 2014). A produção de café de Rondônia em 2016 foi de 1.626.914 sacas beneficiadas, em uma área plantada de 87.657 hectares onde a produtividade média das lavouras chegou a 18,56 sc.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016). Entretanto, a estimativa para o ano de 2017 é de que ocorra crescimento da produção entre 14,9 e 22,1% e aumento produtividade, devido à renovação do parque cafeeiro rondoniense com a implantação de lavouras clonais (CONAB, 2017).

As condições ambientais e climáticas são favoráveis ao sucesso da cafeicultura no Brasil, porém essa cultura enfrenta diversos problemas fitossanitários que podem comprometer o estabelecimento e rentabilidade das lavouras. Neste aspecto, os nematoides parasitas de plantas causam redução na produtividade, e em alguns casos, até mesmo o abandono das lavouras cafeeiras (CARNEIRO, 1995). A redução na produção de café estimada pelo parasitismo dos fitonematoides chega a 20%, e desse total as espécies de *Meloidogyne* são responsáveis por aproximadamente 75% (LORDELLO, 1976; 1984). Quando os níveis populacionais do nematoide são mais elevados no solo, entre 40 a 50 juvenis de segundo estágio (J2)/100cc, e não é realizado controle destes fitoparasitos, lavouras novas com menos de cinco anos apresentam perdas de produtividade de 30% e lavouras

velhas, mesmo mais tecnificadas, as perdas podem chegar a 45% (BARBOSA, 2003). Dessa forma, o nematoide-das-galhas tem sido considerado entre uma das causas da migração da cafeicultura de um estado para outro (SANTOS, 1997). Dentre as espécies que afetam o cafeeiro, *M. incognita* é aceito como uma das mais prejudiciais, devido sua ampla disseminação, elevada capacidade de danificar o sistema radicular, persistência no solo e à suscetibilidade da maioria das cultivares ao nematoide, o que dificulta a implantação de novas áreas cultivadas com café e a manutenção de áreas já infestadas (LORDELLO, 1984; GONÇALVES et al., 2004; ROLDI et al, 2015).

Em Rondônia, Vieira Junior et al. (2008) realizaram o primeiro estudo mais abrangente sobre a disseminação do nematoide das galhas na cultura do café em treze municípios do estado. Dentre as espécies ocorrentes, os autores verificaram a incidência de *M. incognita*, principalmente limitada ao pólo cafeeiro de Ji-Paraná. Recentemente populações de *Meloidogyne* spp. foram coletadas em cafezais e viveiros de 16 municípios do Estado de Rondônia, onde se concentra a maior produção de café do estado. Foram eles: Alto Alegre dos Parecis, Alto Paraíso, Cacoal, Espigão d'Oeste, Machadinho d'Oeste, Ministro Andreazza, Nova Brasilândia d'Oeste, Novo Horizonte do Oeste, Ouro Preto do Oeste, Parecis, Pimenta Bueno, Porto Velho, Primavera de Rondônia, Rolim de Moura, Santa Luzia d'Oeste e São Felipe d'Oeste. Os resultados confirmaram duas espécies principais parasitando *C. canephora* em áreas produtoras, sendo *M. exigua* e *M. incognita* as descritas (VIEIRA JUNIOR et al., 2015). Segundo os autores, a ocorrência de *M. incognita* foi considerada a mais importante, pois foi verificada em quase todos os municípios avaliados. Além disso, essa espécie é responsável pela maioria das detecções de nematoides, onde foi registrado em pelo menos 30% das vezes em que se fez a avaliação. (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015).

Em outro estudo realizado em Rondônia, a espécie *M. incognita* (Est I2) também foi identificada em amostra de raízes de cafeeiros provenientes de cinco lavouras localizadas nos municípios de Cacoal (duas áreas), Nova Londrina, Ji-Paraná e Ouro Preto do Oeste, demonstrando ser uma das espécies associadas à cafeicultura no estado (PISSINATI et al., 2015). Os dados apresentados até o momento são preocupantes pois lavouras cafeeiras infestadas por *M. incognita* podem ser severamente depauperadas, limitando economicamente a manutenção das plantações ou a implantação de novos cafezais em solos por eles contaminados (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001). Aspectos como o aumento do plantio de cafeeiros no estado, a movimentação de mudas não certificadas e a condição perene da cultura podem contribuir para aumentar a incidência do nematoide nas lavouras (CAMPOS & VILLAIN, 2005). Embora diferentes métodos de controle venham sendo utilizados a

bastante tempo, os resultados não têm sido satisfatórios, uma vez que, invariavelmente, a população do nematoide em lavouras cafeeiras atingem níveis altos, em pouco tempo, e as plantas passam a diminuir sua produção devido ao parasitismo dos patógenos. Na maioria das vezes, o controle de fitonematóides em cafezais é ineficiente e se a área estiver contaminada é praticamente impossível eliminá-los (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

O uso de cultivares resistentes é considerado o meio de controle mais eficiente, economicamente viável e ecologicamente correto (SERA et al., 2006). Dessa forma, duas estratégias tem sido adotadas: a seleção de cultivares pés-francos resistentes ou a seleção de cultivares porta-enxerto resistentes (BERTRAND & ANTHONY, 2008). Neste contexto, *Coffea canephora* Pierre ex Froehner é uma espécie que tem apresentado maior interesse, pois a resistência ao nematoide-das-galhas está associada ao seu sistema radicular bem desenvolvido, e por também apresentar resistência a outras pragas e doenças como a cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* (DAMATTA et al., 2007; FATOBENE et al., 2012) e nematoides do gênero *Pratylenchus* (VILLAIN et al., 2002; TOMAZINI et al., 2005).

No Brasil, a variedade Robusta, representada pela cultivar Apotã IAC 2258(*C. canephora* cv. 2.258 da coleção de germoplasma CATIE, Turrialba, Costa Rica) é uma das mais utilizadas como porta-enxerto resistente a *Meloidogyne*, visando o plantio em áreas infestadas. Já na América Central, a cultivar “Nemaya”, derivada do cruzamento entre os clones de *C. canephora* T3561 e T3751, tem permitido a sobrevivência e competitividade da cafeicultura em regiões infestadas por *Meloidogyne* (CAMPOS & VILLAIN, 2005). Ambas as cultivares são derivadas do clone T3561 e apresentam resistência múltipla à *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaenses* (FATOBENE, 2014).

*C. canephora* é uma espécie cujo cultivo apresenta relevância econômica e social, que se destaca como uma importante fonte de renda para agricultores de diversas regiões, incluindo a região Norte do país (VENEZIANO & FAZUOLI, 2000; MARCOLAN et al., 2009). Cultivado nos Estados do Espírito Santo, Rondônia e mais recentemente no sul da Bahia, é crescente a demanda por novas cultivares de adaptação específica aos respectivos locais de cultivo (BRAGANÇA et al., 2001; FERRÃO et al., 2008). No ano de 2011, o estado de Rondônia destacou-se como segundo maior produtor brasileiro de *C. canephora*, cultivado em sua maioria em pequenas áreas de até 10 hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012). Entretanto, ainda são escassos os dados sobre a resistência dos genótipos de café plantados em Rondônia às diferentes espécies/raças de *Meloidogyne* spp. que são ocorrentes na região. Até o momento, nas condições de

Rondônia, não foram feitos testes que caracterizassem a reação de cultivares de café recomendadas no estado às populações de *Meloidogyne* spp. endêmicas.

Portanto, devido os danos e a disseminação de *M. incognita* em lavouras cafeeiras e a importância econômica de *C. canephora* em Rondônia, é fundamental que sejam avaliados os genótipos de café de características superiores que estão sendo desenvolvidos em Rondônia quanto a resistência ao nematoide, com intuito de minimizar os prejuízos causados por esse patógeno aos cafeicultores. A seleção e obtenção de clones resistentes ao Nematóide-das-Galhas pode ser considerada uma das alternativas mais viáveis atualmente no manejo de áreas infestadas, por ter maior alcance aos produtores rurais e se tratar de um método de controle ecologicamente correto.

Entretanto, o sucesso da caracterização de cultivares de café de características superiores com resistência a nematoides depende de metodologias eficientes, de elevada acurácia, e que através delas seja possível se obter resultados experimentais confiáveis, passíveis de serem repetidos e/ou reproduzidos e comparados com trabalhos semelhantes de outros autores. A pesquisa nematológica carece de metodologias que expressem os adequados níveis de suscetibilidade e/ou resistência de cultivares de café ao nematoide-das-galhas, pois até o momento não existe uma padronização relacionada aos métodos aplicados nos experimentos (MACHADO et al., 2015). Além disso, devido a grande heterogeneidade dos ambientes onde são instalados os experimentos, fatores como temperatura, condições de umidade, tipos de substratos e até mesmo a concentração de nematoides no momento da inoculação podem influenciar na patogenicidade dos nematoides ao cafeeiro, levando a erros experimentais e dificuldades na comparação de experimentos com as mesmas cultivares e/ou espécies ou raças do nematoide-das-galhas (GRECO; DI VITO, 2009; MACHADO et al., 2015).

Logo, é necessário o desenvolvimento de novas cultivares de cafeeiros resistentes ao nematoide-das-galhas e adaptadas às condições edafoclimáticas de Rondônia, mas para isso, é preciso também aprimorar as metodologias utilizadas nas pesquisas de reação de cultivares a estes patógenos no estado. Portanto, foi objetivo deste trabalho avaliar a reação de genótipos *C. canephora* de características agrônômicas superiores do banco de germoplasma da Embrapa Rondônia (CPAFRO) à *M. incognita* (Est I2), assim como, conhecer sobre a melhor concentração inóculo e época de avaliação dos experimentos de resposta de resistência do cafeeiro ao nematoide que expressem os adequados níveis de suscetibilidade e/ou resistências das plantas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cafeicultura e sua importância em Rondônia

O cafeeiro (*Coffea* spp.) é originário da Etiópia e sua propagação foi realizada a partir da Arábia Saudita. Segundo Matiello (1991) esta cultura chegou à cidade de Belém do Pará, no ano de 1727, trazido da Guiana Francesa pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta a pedido do Governador do Maranhão e Grão Pará, que o enviara às Guianas com essa missão. Já naquela época, o café possuía grande valor comercial (ABIC, 2009).

As grandes plantações foram iniciadas no Rio de Janeiro. A partir daí, foi disseminando sentido Angra dos Reis, Parati, chegando a São Paulo; em pouco tempo, o Vale do Rio Paraíba se tornou grande região produtora. As plantações de cafeeiros no centro-sul do Brasil passaram por dificuldades em 1870, pois, nessa época, uma grande geada atingiu as plantações do oeste paulista e, mais tarde, durante a crise de 1929. Após se recuperarem das crises, as plantações de café do centro-sul transformaram-se no centro de referência da produção mundial do café. Destacou-se em quatro estados: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná. Como a busca pela região ideal para a cultura do cafeeiro cobriu todo o País, a Bahia se firmou como polo produtor no Nordeste e Rondônia, na região Norte (ABIC, 2009).

O Brasil é considerado maior produtor e exportador mundial de café, colhendo na safra 2014 mais de 45,34 milhões de sacas beneficiadas, sendo que a maioria das exportações de café brasileiro tem como destinos os EUA, Alemanha, Itália, Bélgica, Japão, entre outros. Segundo o boletim de estimativa de safra da Companhia Nacional de Abastecimento do mês de setembro (2015), a produção brasileira está estimada em 42.148,3 mil sacas beneficiadas de café em uma área total utilizada para a produção de aproximadamente 1.930,1 mil hectares, apontam para uma redução na produtividade de aproximadamente 6,2% em relação à safra de 2014.

Dentre os estados brasileiros, Minas Gerais é considerado o maior produtor de café do país, com uma estimativa de produção para 2015 de aproximadamente 21,86 milhões de sacas beneficiadas representando uma redução na produção de 3,5%, comparado a safra de 2014, principalmente devido a deficiência hídrica que acometem as lavouras cafeeiras do estado (CONAB, 2015).

Já o Espírito Santo, considerado o segundo maior produtor de café, deverá produzir em 2015 um total de 10,38 milhões de sacas de café beneficiadas, ou seja, 2,94 milhões de

sacas de café arábica e 7,44 milhões de café conilon, representando 28% e 72% da produção total do estado, respectivamente. Tal resultado representa uma redução de 19% na produção em relação à safra de 2014 (12,81 milhões de sacas) (CONAB, 2015).

Em relação ao estado de Rondônia, os dados apontam que o café é a segunda cultura de maior expressão econômica do estado, sendo considerado o quinto maior produtor de café do Brasil e o segundo maior produtor da variedade Robusta, contando com participação de aproximadamente 22 mil produtores, a maioria de base familiar (CONAB, 2015). A cafeicultura rondoniense iniciou-se na década de 70, quando o estado ainda era conhecido como “território Federal de Rondônia”, colonizado por imigrantes oriundos do Sul e Sudeste do Brasil, sendo o cultivo iniciado com as cultivares de café arábica (*Coffea arabica* L.) Mundo Novo e Catuaí, devido a sua tradição. Entretanto, por essas cultivares não estarem adaptadas a altas temperaturas, acabou apresentando produtividades muito baixas, sendo substituídas em seguida pelo cultivo da espécie *C. canephora* (SOUZA & SANTOS, 2009).

As espécies *C. arabica* L. e *C. canephora* contam com 75% e 25% da produção comercial brasileira, respectivamente. Estas espécies são diferentes em relação à produção, aspectos bioquímicos, sistemas de produção, origens, ciclo, tamanho e número de cromossomos (CONAB, 2013).

A produtividade média dos cafezais no estado de Rondônia sempre foi considerada baixa devido a fatores como sistema de cultivo pouco racional, práticas inadequadas, elevados custos de insumos e mão de obra, baixa fertilidade dos solos, cafezais decadentes, onde a maioria das propriedades não ultrapassavam a produção de 12 sc.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012). Entretanto, no período atual a produtividade passou para 19,51 sc.ha<sup>-1</sup>. Este aumento está relacionado à retomada de investimentos, maiores empregabilidades de tecnologia, insumos, tratamentos culturais, mudas clonais e assistência técnica. A produção rondoniense estimada em 1.709,9 mil sacas de café do grupo conilon é 15,7% acima da obtida em 2014 (1.477,3 mil sacas), representando um incremento de 232,6 mil sacas (CONAB, 2015).

As potencialidades que a cultura do café apresenta vêm promovendo ações que buscam sustentabilidade frente aos mercados nacionais e internacionais, de forma que a retomada do aumento médio da produtividade contribui com a redução do custo de produção e melhora a competitividade de mercado (CONAB, 2015).

## 2.2 Características botânicas do Cafeeiro

O café (*Coffea* spp.) pertence à família botânica Rubiaceae, que tem cerca de 500 gêneros e mais de 6.000 espécies. A maior parte são árvores e arbustos tropicais, que crescem nas áreas mais baixas das matas. Outros membros da família são as gardêneas e as plantas produtoras de quinino e de outras substâncias úteis, mas o gênero *Coffea* é o membro mais importante, em termos econômicos (CHARRIER e BERTHAUD, 1988; GONÇALVES E SILVAROLA, 2001).

Na Amazônia Ocidental, a principal espécie cultivada é o *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, que se caracteriza por apresentar plantas de duas variedades botânicas distintas, denominadas Conilon e Robusta (ROCHA et al, 2013). A variedade de *C. canephora* mais plantada no Brasil é a “Conilon” (BRAGANÇA et al., 2001). Apesar de menos valorizado no mercado que o arábica, o café Conilon tem grande aceitação no mercado norte-americano e europeu. Isso se deve principalmente ao fato de ser utilizado na fabricação de café solúvel. Em comparação com os Arábicas, os grãos de Robusta originam um café de gosto distinto, com aproximadamente 50-60% mais cafeína (RIBEIRO et al., 2014). O cultivo de *C. canephora* se destaca no norte do país, tendo papel fundamental na economia dessa região (VENEZIANO & FAZUOLI, 2000; MARCOLAN et al., 2009).

A espécie *C. canephora* é originada do continente africano, descoberta em áreas extensas da Costa do Marfim, República da Guiné, Sudão, Libéria e Uganda (CHARRIER e BERTHAUD, 1985). Diversas variedades incluem a espécie *C. canephora* como: Kouillou (Conilon), Robusta, Niaculi, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indénié, Nana, Polusperma, Sankuru, Bukaba, Oka, dentre outras (CHARRIER e BERTHAUD, 1988). Devido sua expressão de rusticidade e resistência às doenças de plantas, sendo considerado como um material de café resistente, essa espécie vem sendo comumente chamada de “café robusta”. Já a variedade Kouillou (Conilon) foi observada em seu estado selvagem, pelos franceses em 1880, entre Gabão e a embocadura do rio Congo, principalmente junto ao ribeirão Kouilou, na África (CHEVALIER, 1942; CARVALHO, 1946).

*C. canephora* é uma espécie diplóide ( $2n = 2x = 22$ ), alógama, que tem alta diversidade genética e habilidade para se adaptar as variações climáticas (COTTA et al., 2015). Além disso, as plantas dessa espécie são arbustos multicaules, apresentam desenvolvimento inicial mais lento do que o *C. arabica*, possuindo copas mais desenvolvidas e porte mais elevado na maturidade, apresentando no aspecto geral (SOUZA et al., 2004)) a seguinte descrição morfológica:

A raiz geralmente é bem mais vigorosa do que a do café Arábica, sendo bastante volumosa e eficiente na absorção de nutrientes e água do solo, o que torna a planta mais tolerante a deficiências nutricionais e hídricas. As folhas são maiores do que as variedades da espécie arábica, apresentando cor verde menos intensa, nervuras salientes, forma elíptica lanceolada e bordas onduladas. As flores são brancas, apresentando maior tamanho e um grande número por inflorescência e por axila foliar, contendo de 5 a 8 lobos na corola, com igual número de estames, também aderidos à sua base. O estilete é longo e o estigma é bífido, sendo o pedicelo floral incluído no caulículo, cujos lobos se prolongam em apêndices foliares (MENDES & GUIMARÃES, 1996; MATIELLO, 1998).

Os frutos podem apresentar tamanho variando de pequeno a grande, com formato arredondado ou comprido e de cor geralmente, vermelho claro a intenso, sendo a cor amarela muito rara. O exocarpo é fino com ou sem protuberância, o mesocarpo pouco aquoso, tendo pouca mucilagem e o endocarpo bastante delgado. As sementes do café Robusta geralmente são de tamanho inferior, pesam mais e têm menos casca do que as sementes de café Arábica. As sementes de *C. canephora* permanecem viáveis por menos tempo que as sementes de Arábica, sendo, portanto, mais recalcitrantes. Quando um, dois ou três óvulos se desenvolvem no fruto, os grãos têm, respectivamente, formato ovóide, plano-convexo e triangular e são denominados de: moca, chato e triangular. Os grãos do tipo chato são os mais comuns, todavia a percentagem de grãos do tipo moca observados em *C. canephora* é menor do que em *C. arabica* (SOUZA et al., 2004)

A espécie *C. arabica* tem origem nas florestas tropicais da Etiópia, Quênia e Sudão, em altitudes de 1500-2800 m, temperatura média anual entre 18 e 22 °C, com precipitação entre 1600 a 2000 milímetros anuais, com uma estação seca bem definida (três a quatro meses) que coincide com o período mais frio (DAMATTA & RAMALHO, 2006; CAMARGO, 2010). *C. arabica* é uma espécie alotetraplóide ( $2n = 4x = 44$ ) originada a 1 milhão de anos a partir da hibridização natural de dois genomas ancestrais diplóides, *C. canephora* e *C. eugenioides* (LASHERMES et al., 1999). *C. arabica* é uma espécie predominantemente autógama (auto fértil) o que explica sua baixa diversidade genética.

Seguindo a descrição proposta por Coste (1955) verificamos que as plantas de café arábica são arbustos monocaules, com até 4,0 m de altura, possuindo folhas ovaladas ou sublanceoladas, com bordos ondulados e que geralmente medem cerca de 10 a 15 cm de comprimento por 4 a 6 cm de largura. Além disso, as plantas apresentam coloração predominantemente verde escuro, sendo a face adaxial das folhas de aspecto brilhante. Nos vértices formados entre as nervuras secundárias e a principal, geralmente ocorrem minúsculas



cavidades denominadas domácias. As flores são hermafroditas e agrupadas em conjuntos de 8 a 15, formando inflorescências denominadas glomérulos. A base de cada flor é composta por um pedicelo de 1 a 3 mm de comprimento e um cálice curto. As pétalas, geralmente em número de cinco, são soldadas formando a corola que mede cerca de 8 a 10 mm longitudinais. A partir de cada pétala surge um filete curto, em cuja a extremidade fixam-se anteras lineares de 6 a 8 mm. O pistilo é constituído de um tubo longo (12 a 15 mm) que se projeta, a partir do ovário até acima da corola, culminando com um estigma bifido.

O fruto é uma drupa ovóide bilocular, que quando madura pode apresentar coloração vermelha ou amarela. Entretanto, devido a pouca importância do endocarpo, é frequentemente considerado como baga. As sementes, geralmente em número de duas, são envolvidas pelo endocarpo, que é chamado de pergaminho e recobertas por um perisperma delgado, conhecido como película prateada. O grão é comercialmente conhecido como fava e compõe-se principalmente do endosperma, que apresenta coloração verde azulado. O endosperma é rico em polissacarídeos (50 a 55% da matéria seca do grão), lipídeos (12 a 18%) e proteínas (11 a 13%) (SOUZA et al., 2004).

Por fornecer uma bebida de alta qualidade, *C. arabica* é a espécie mais cultivada. As lavouras cafeeiras brasileiras são constituídas em sua grande maioria pelas cultivares do grupo Catuaí e de Mundo Novo de *C. arabica*. Essas cultivares são altamente produtivas, longevas, responsivas à poda e produzem cafés de elevada qualidade de bebida. Entretanto, essas cultivares geralmente não apresentam resistência à ferrugem e doenças causadas por nematoides (OLIVEIRA et al., 2015).

Todas estas diferenças entre *C. arabica* e *C. canephora* determinam características agrônomicas peculiares de cada uma das espécies, que tornam diferenciados seus sistemas de produção, desde a forma de obtenção das mudas, época de plantio, forma de condução, colheita, armazenamento, beneficiamento e qualidade dos grãos, e que interferem no valor de mercado. Na tabela 1 pode ser observado algumas diferenças qualitativas e quantitativas entre as espécie (SOUZA et al., 2004).

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural desenvolveu cinco variedades de “conilon” que se destacaram por apresentar: maturação precoce (EMCAPA8111), intermediária (EMCAPA8121), tardia (EMCAPA 8131), tolerância a seca (EMCAPA8141) e elevado vigor vegetativo (EMCAPER 8151) (COFFEE BREAK, 2004) Em 2012 foi lançada a cultivar de café Conilon BRS Ouro Preto pela Embrapa Rondônia. Segundo Ramalho e colaboradores (2015), a nova cultivar possuiu atributos como produtividade média de 70 sc.ha<sup>-1</sup> de café beneficiado em condições de média tecnologia de

produção, aliado as boas características de grãos (peneira média acima de 15,6), elevada defensividade às principais doenças e aos estresses abióticos do cafeeiro ‘Conilon’ de ocorrência em Rondônia e demais estados da Amazônia Ocidental.

Tabela 1. Principais diferenças entre cafeeiros arábica e canéfora.

	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>
TEOR DE CAFEÍNA	1,2% de cafeína.	2,2% de cafeína.
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	sabor e aroma suave e com maior acidez.	sabor e aroma mais amargo e marcante.
TEOR DE AÇÚCARES SOLÚVEIS	6 a 9% de açúcares.	3 a 7% de açúcares.
RUSTICIDADE	menor	maior
PRODUTIVIDADE	menor	maior
VALOR COMERCIAL	mais utilizada nas boas cafeterias.	mais utilizada como café solúvel devido baixo custo
PRODUÇÃO MUNDIAL	representa quase 60%	representa cerca de 40%

Fonte: Adaptado de Souza e colaboradores (2004).

De acordo com as avaliações de campo e ambientes (locais), utilizando-se de escalas arbitrárias para avaliação visual das plantas clonais, a cv. ‘BRS Ouro Preto’ apresenta boa defensividade, ou seja, tolerância diferenciada em relação às raças II e V da ferrugem alaranjada (*H. vastatrix* Berk. et Br) cercosporiose ou mancha de olho-pardo (*Cercospora coffeicola* Berk. et Cooke) e suscetibilidade a nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) (RAMALHO et al., 2015). Entretanto, os pesquisadores não informam quanto ao nível de suscetibilidade ou resistência dos clones que compõem essa cultivar às diferentes espécies do nematóide-das-galhas incidentes em Rondônia.

### 2.3 Nematoides e o gênero *Meloidogyne*

Os nematóides pertencem ao filo dos Nematelmintos, perdendo apenas para os artrópodes em número de espécies, sendo descritas cerca de 15.000 e as estimativas são de que o número total pode chegar a 500 mil. Há estudos que mostram que em um metro quadrado de solo, podem existir até 30 milhões de exemplares. A maioria dos nematóides é de vida livre (predadores), alimentando-se de fungos, bactérias, algas ou de animais microscópios, sendo que pequena parte dos nematóides ingressou no parasitismo. São seres

aquáticos e em quase totalidade invisíveis a olho nu, com algumas exceções de nematóides gigantes como a lombriga *Ascaris lumbricoides* (verme intestinal do homem). O número de nematóides fitoparasitas encontrados no Brasil chega a pelo menos 238 espécies (TIHOHOD, 1993).

Em geral esses organismos são incolores ou translúcidos, o que ajuda na hora da identificação dos mesmos através da visualização de suas estruturas internas (SANTOS; SOARES; BARBOSA, 2013). Nos nematoides não existem sistema circulatório e respiratório, porém a maioria apresenta sistema digestivo completo, reprodutivo, excretório, nervoso e uma grande gama de músculos. Em sua grande maioria, os nematóides fitoparasitos têm fêmeas e machos e reproduzem-se por anfimixia (reprodução cruzada). Em algumas espécies só as fêmeas ocorrem normalmente, sendo os machos inexistentes ou muito raros, então a reprodução é geralmente por partenogênese, que pode ser meiótica ou mitótica. O ciclo reprodutivo dos nematóides esta intimamente relacionada com a temperatura ambiente, onde no inverno com temperaturas mais baixas, seu ciclo se completa com 78 dias e no verão em até 28 dias. As fêmeas quando sedentárias tornam-se globosas, produzindo cerca de 400 ovos, depositados em uma matriz gelatinosa denominada Ooteca (TIHOHOD, 1993; AMORIN et al., 2011)

O gênero *Meloidogyne*, conhecido vulgarmente por “nematoides-das-galhas”, é um dos grupos de fitonematoides mais importantes no mundo, possuindo mais de 90 espécies descritas (HUNT; HANDOO, 2009), onde quatro delas se destacam devido a ampla distribuição geográfica e alto grau de polifagia, sendo elas *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. hapla* (MOENS et al., 2009). No Brasil, outras espécies já foram assinaladas e têm apresentado importância econômica, porém as mais frequentes são *M. incognita* e *M. javanica* (FERRAZ; MONTEIRO, 2011). Outra espécie que vem mostrando sua importância é *M. enterolobii* Yang; Eisenback, 1983, pela sua agressividade, polifagia e capacidade de parasitar genótipos com resistência a outras espécies de nematoides das galhas. Foi detectada pela primeira vez em Petrolina (PE), Curaçá e Maniçoba (BA), causando morte de muitos pomares de goiabeira devido à associação com *Fusarium solani* (CARNEIRO et al., 2001; GOMES et al., 2012). Além disso, tem sido considerada fator limitante para a produção de plantas frutíferas, como a aceroleira (GARCIA et al., 2011).

As espécies de *Meloidogyne*s são consideradas com maior potencial danoso as culturas, chegando a aproximadamente 95% dos danos causados por fitonematoides na agricultura mundial (MOURA,1996 apud SANTOS, 2012). O conhecimento da espécie de *Meloidogyne* é de extrema importância para o emprego da técnica mais eficiente de controle

(KIMARI et al., 1997). Possuindo grande importância devido aos danos que esses nematoides causam, ao grande número de plantas hospedeiras e ampla distribuição geográfica. Dentre os métodos empregados na identificação de espécies do gênero *Meloidogyne*, destacam-se configuração perineal das fêmeas, morfologia da região anterior e do estilete de macho e fêmeas, fêmeas e juvenis de segundo estágio (J2), características criptogenéticas e identificação bioquímica e molecular Eisenback e Hunt (2009 apud SANTOS, 2012). A utilização de técnicas como a eletroforese vem sendo bem empregadas, evitando assim possíveis erros na identificação (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001).

Segundo Ferraz et al. (2001) os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. podem reproduzir-se por anfimixia, por partenogênese meiótica e mitótica. Os mesmos autores ressaltam que, quando ocorre anfimixia há necessidade de machos e fêmeas, neste caso, o número de machos pode ser igual ou maior que o de fêmeas, e um mesmo macho pode fertilizar todas as fêmeas ao seu alcance; essa reprodução ocorre comumente nas espécies *M. kikuyensis* e *M. microtyla*. Partenogênese é o nome dado à reprodução onde não há necessidade de fertilização dos óvulos, na mitótica (facultativa) os cromossomos não são bivalentes e o número somático se mantém, originando células iguais à célula mãe (*M. graminicola* e *M. exigua*); já na meiótica (obrigatória), há sinapse inicial dos cromossomos homólogos, número diploide posteriormente é restaurado (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*). Neste caso, há mais chance de se fundir com outros núcleos e gerar variabilidade genética (TIHOHOD, 1993)

O ciclo biológico de *Meloidogyne* começa no ovo (fig. 1), onde se forma o juvenil de primeiro estágio (J1). Dentro do ovo ocorre a primeira ecdise, formando o juvenil de segundo estágio (J2). Os J2 eclodem e migram para o solo, em busca de alimento e são atraídos por exsudatos radiculares. Esta forma jovem apresenta formato vermiforme e possui um frágil estilete labial. É nesta fase que o nematoide-das-galhas é infectivo, penetrando na raiz e posteriormente tornando-se sedentário. Secreções de suas glândulas esofagianas são liberadas pelos juvenis de segundo estágio ao introduzirem o estilete para se alimentarem, causando aumento no número (hiperplasia) e tamanho das células (hipertrofia), formando, então, as células gigantes ou nutridoras.

Estas apresentam citoplasma denso e com grande concentração de organelas celulares e pequenos vacúolos. Muitos processos fisiológicos da planta hospedeira como a respiração, fotossíntese, absorção e translocação de água e nutrientes, o balanço hormonal, assim como deformações morfológicas e anatômicas, pode ser afetados direta ou indiretamente pelo

parasitismo (GONÇALVES E SILVAROLLA, 2001). Assim, estabelece-se o sítio de alimentação e, até a quarta ecdise, esses juvenis ficam em uma espécie de membrana.

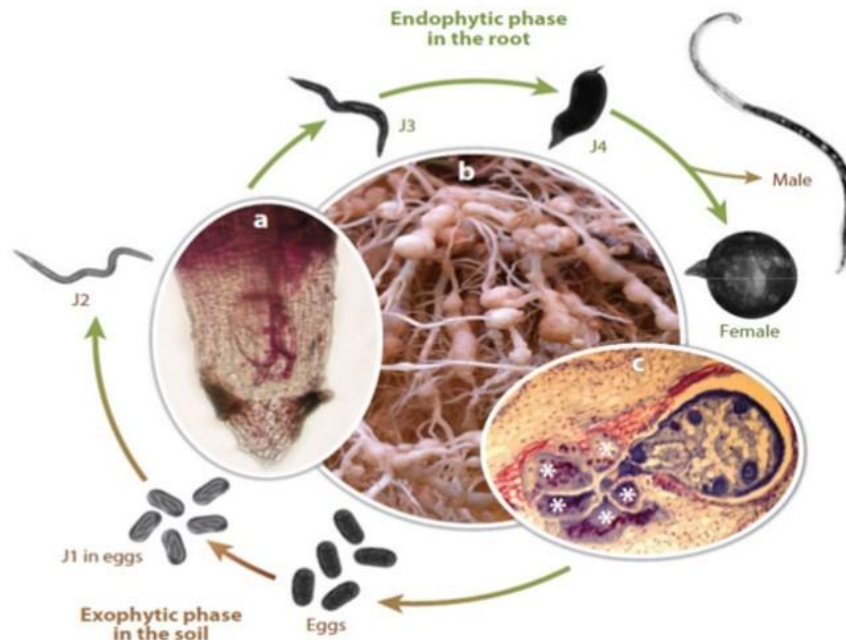


Figura 1. Ciclo de vida do gênero *Meloidogyne*. (a) Juvenis de segundo estágio (J2) na extremidade da raiz. (b) Sintomas de galhas em raízes. (c) Fêmea madura e sítio de alimentação contendo células gigantes. (Extraída de CASTAGNONE-SERENO et al., 2013).

Só após ocorrer a diferenciação sexual entre macho e fêmea, essa cutícula se rompe e o macho é liberado da raiz. Este não se alimenta, logo não causa danos às plantas. Se na diferenciação sexual o juvenil resultar em fêmea esta continua na raiz, alimentando-se até completar seu ciclo. As condições climáticas influenciam diretamente na reversão sexual. Sob condições de estresse, os juvenis femininos sofrem reversão e transformam-se em machos (FERRAZ & MONTEIRO, 2011).

#### 2.4 O gênero *Meloidogyne* associado ao cafeeiro

Diferentes espécies de nematoides já foram relatadas parasitando a cultura do café em todo o mundo, sendo que entre as mais danosas, estão as pertencentes aos nematoides-das-galhas do gênero *Meloidogyne* (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2007), pois podem promover uma redução de aproximadamente 15% da produção mundial de café (SASSER, 1979). O primeiro registro da existência de nematoides no cafeeiro foi feito no Rio de Janeiro, sendo que em 1950 iniciaram-se os estudos para seu controle. Por volta de 1970 houve inúmeras citações de nematoides no estado do Paraná e em São Paulo (CRUZ et al., 2003).

Nos cafezais brasileiros, os fitonematóides podem reduzir a produção em cerca de 20%, de modo que desse total, 75% são provocados pelas espécies de *Meloidogyne* (LORDELLO, 1976). Os principais sintomas do parasitismo pelo nematoide-das-galhas no café são danos drásticos na integridade de raízes, como escamações superficiais de aspecto corticoso, descascamento, rachaduras e lesões necróticas. Na parte aérea os sintomas mais comuns são clorose, desfolhamento, redução no crescimento ou declínio. Dependendo das condições climáticas locais, a planta estressada pode definhando e morrer (LORDELLO, 1984; FERRAZ et al., 2008).

Atualmente são conhecidas dezessete espécies de *Meloidogyne* que infectam cafeeiros no mundo, e recentemente, uma nova espécie *M. lopezi* n. sp. foi descrita parasitando cafeeiros na Costa Rica (HUMPHREYS-PEREIRA et al., 2014). Cinco espécies do nematoide-das-galhas ocorrem nos cafezais brasileiros: *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. exigua* Goeldi, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* Kofoid e White e *M. paranaensis* (CARNEIRO et al., 2000; CAMPOS & VILLAIN, 2005; SALGADO et al., 2015). No Brasil, as mais prejudiciais são *M. exigua* Goeldi, 1887, pela ampla distribuição geográfica, e *M. paranaensis* Carneiro et al., 1996 e *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, 1949, pela intensidade dos danos que causam (GONÇALVES et al., 2004).

Dentre as espécies citadas, *M. exigua* é considerada a espécie mais disseminada e com maior distribuição geográfica em áreas de cultivo de café no Brasil (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001; CAMPOS; VILLAIN, 2005; CASTRO et al., 2008). Em levantamento realizado por Vieira Junior et al. (2008) em áreas produtoras de café em treze municípios do estado de Rondônia, entre as espécies de *Meloidogyne* detectadas, a principal foi *M. exigua*, cuja ocorrência foi verificada em todos os municípios avaliados. Segundo o autor, essa espécie é responsável pela maioria das detecções de nematóides, onde foi registrado em pelo menos 30% das vezes em que se fez a avaliação. Já em Minas Gerais, estima-se que esse nematoide esteja presente em praticamente todos os municípios produtores de café (OLIVEIRA et al., 2005; PINHEIRO et al., 2000) e já foi encontrado em 40 e 45% das amostras coletadas nos municípios paranaenses de Terra Rocha e Altônia, respectivamente (PORZ et al., 2006).

Dentre as estratégias para o desenvolvimento de cultivares resistentes a *M. exigua*, destaca-se a transferência de genes de resistência de *Coffea canephora*. Sabe-se que a resistência ao patógeno é conferido pelo menos por um gene dominante conhecido como Mex-1 (NOIR et al., 2003). Entretanto, existem registros de suscetibilidade de cultivares que portam esse gene à *M. exigua*, devido à variabilidade fisiológica das populações do

nematoide. Em 2004, Dias detectou uma população fluminense de *M. exigua*, denominada Fazenda Fortaleza, que se mostrou virulenta à cultivar Iapar 59 (cafeeiro portador do gene Mex-1), considerada resistente a essa espécie, apresentando um fator de reprodução (FR) igual a 1,28. Muniz et al. (2007) verificou que uma população de *M. exigua* de Bom Jesus do Itabapoana-RJ, apresentou FR > 100 nos cultivares IAPAR 59 e H419-5-4-5-2 Paraíso. Portanto, avaliações de modo a acompanhar a reprodução de *M. exigua* em cada genótipo, bem como o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo dos genótipos, são de suma importância para recomendação de quais os melhores cultivares a serem empregadas para plantio em áreas infestadas.

*M. incognita* foi constatado pela primeira vez em cafeeiro no Brasil em amostras coletadas no município de Pindorama, Estado de São Paulo (LORDELLO; MELLO FILHO, 1970), sendo encontrado futuramente em outros levantamentos realizados no estado (LORDELLO, 2001). Já no estado do Paraná, sua presença foi comprovada em 36 municípios amostrados (LORDELLO et al., 1974). Em Minas Gerais, essa espécie foi detectada nos municípios de São Tomaz de Aquino, Nova Resende e Uberaba. Em outras regiões produtoras, como Ceará (PONTE; CASTRO, 1975), Sul de Minas Gerais (GUERRA NETO; D'ANTONIO, 1984) e no Espírito Santo (LORDELLO; HASHIZUME, 1971).

Em estudos realizados por Carneiro (2005) usando marcadores de espécie RAPD (RANDOM Amplified Polymorphic DNA) as três principais espécies parasitas de cafeeiro do Brasil foram *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. Oliveira et al. (2006) relata que cafezais localizados no município de Garça SP que estavam infectados por *Meloidogyne incognita* apresentaram uma população atípica das demais espécies ocorrentes no Brasil. Através da análise dos fenótipos de esterase em gel de poliacrilamida, somados ao estudo da configuração da região perineal, estrutura do estilete das fêmeas, características da região labial de machos e teste de hospedeiros diferenciadores da Universidade Estadual da Carolina do Norte, os pesquisadores confirmaram que a população pertencia à espécie *M. incognita*, raça 1, sendo considerado o primeiro relato do fenótipo S1 em *M. incognita* infectando o cafeeiro no Brasil.

*M. paranaensis* não causa galhas típicas no cafeeiro, mas rachaduras no tecido cortical e manchas necróticas ao longo das raízes, responsáveis pela clorose, desfolha, redução do crescimento e, muitas vezes, morte de plantas. Essa espécie foi confundida com *M. incognita* durante mais de 20 anos (CARNEIRO et al., 1996). As perdas causadas por *M. paranaensis* podem chegar a 50% da produção (CARNEIRO et al., 1996). Esse nematoide tem ocorrência generalizada nas plantações de café do Paraná, respondendo por aproximadamente 52% de

todas as infestações de nematoides das galhas no estado, variando de acordo com a região amostrada (CARNEIRO et al., 1996; ITO et al., 2013). Sera et al. (2011) descrevem ainda que devido a um grande número de relatos de suscetibilidade da cultivar Apotã 2258 à *M. paranaenses* (considerada resistente ao nematoide), possa estar ocorrendo uma nova raça virulenta do patógeno em áreas produtoras de café no noroeste do Paraná. Em estudo realizado em cafezais dos municípios do Alto Paranaíba e do Sul de Minas Gerais (CAMPOS, 1987; CASTRO et al., 2008) foi detectada *M. paranaenses*. Apesar da predominância de *M. exigua* neste estado, *M. paranaenses* vem a ser uma ameaça para a cafeicultura mineira, por ser uma espécie menos agressiva, porém a que causa mais danos à cafeicultura pela disseminação generalizada nos cafezais (SHIGUEOKA et al., 2013).

*Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenbach (sin. *M. mayaguensis* Rammah & Hirschmann), conhecido como o nematóide das galhas da goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie polífaga, com maior patogenicidade e capacidade de reprodução comparada as outras espécies de *Meloidogyne*. Este nematoide já foi observado em lavouras cafeeiras em países como Cuba (SAMPEDRO et al., 1989; RODRIGUEZ et al., 1995), Índia (QUÉNEHERVÉ, 2009), Guatemala (HERNANDEZ et al., 2004), Costa Rica (MUNIZ et al., 2009) e também no Brasil (LIMA et al., 2005). Apesar dos registros, o café vem sendo considerado como um hospedeiro fraco para essa espécie (VILLAIN et al., 2013). Com objetivo de conhecer melhor a reação do café à *M. enterolobii*, Souza et al. (2015) instalaram um experimento inoculando aproximadamente 7000 ovos do nematóide na cultivar Catuaí IAC 144, conduzida em vaso, e avaliaram após 15 meses. Os resultados demonstraram que as plantas de café Catuaí mantiveram-se com bom crescimento, vigor e as raízes não apresentaram nenhuma galha, nem multiplicação do nematoide nas plantas, indicando que a cultivar comportou-se como uma planta não hospedeira desta espécie de nematoide.

## **2.5 Interação e resistência do cafeeiro ao gênero *Meloidogyne*.**

A interação entre a planta hospedeira e nematóides endoparasitas sedentários, especialmente aqueles pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, é altamente especializada e complexa (WILLIAMSON & HUSSEY, 1996). Os eventos que envolvem estímulo para incubação, atração, penetração dos tecidos do hospedeiro, assim como, o reconhecimento do tecido suscetível e indução do sítio de alimentação através da modificação anatômica nas células e alterações na expressão genética da planta são fundamentais para o sucesso da infecção (DAVIS & MITCHUM, 2005).



Roberts (2002) esclarece que a resistência de plantas ao nematóide das galhas, em geral, não protege a planta contra a penetração de juvenis, mas afeta o desenvolvimento ou a reprodução do nematóide. Estudos envolvendo a interação *Meloidogyne* x Hospedeiro Incompatíveis de Café, têm demonstrado que a reação de hipersensibilidade (RH) é um dos principais mecanismos de defesa da planta ao patógeno, e que o nível de hipersensibilidade, tempo de sua ocorrência e o destino final do nematóide dependem da combinação patógeno-hospedeiro (CANTO-SAENZ & BRODIE, 1987; SILVA et al., 2013). Entretanto, além das reações de RH, em algumas plantas resistentes pode não haver nutrientes suficientes ou outras substâncias essenciais para o estabelecimento do nematoide, o que resultaria na emigração e / ou atraso do desenvolvimento do patógeno, sendo considerado um outro fator de resistência das plantas (HUANG, 1985).

Silva et al. (2013), através de análises histopatológicas, avaliaram os eventos pré e pós-infecção de *M. exigua* nas cultivares de *C. arabica* Catuai Vermelho IAC 44 (suscetível) e *C. canephora* Apoatã IAC 2258 (resistente). Segundo os autores, a resistência da cultivar de café para *M. exigua* não é apenas devido à RH, como estudos anteriores sugerem. Em vez disso, um conjunto de respostas de defesa, que são tanto constitutivos e induzidos após a penetração do nematoide, inibe a formação do sítio de alimentação, provocando a emigração dos juvenis de segundo estágio (J2) ou a inibição do desenvolvimento e reprodução do nematoide. Assim como em outros estudos (ANTHONY et al., 2005), nos tecidos onde os J2 tentaram estabelecer seu local de alimentação, houve condensação do citoplasma, um aumento no tamanho do núcleo e a retração da membrana plasmática da parede celular, afetando negativamente o desenvolvimento do nematoide.

Em diversas culturas, os compostos fenólicos, assim como, as enzimas envolvidas na via metabólica dos fenóis, têm sido frequentemente associados com a resistência ao nematoide-das-galhas, e em alguns casos, a comparação entre cultivares resistentes e suscetíveis tem demonstrado que o nível desses compostos é maior nos primeiros, mesmo antes da inoculação das plantas com o parasito (HUANG, 1985; RODRIGUES et al., 2000). Avaliando os mecanismos de resistência de cafeeiros à *M. incognita*, Mazzafera et al. (1989) verificaram que em diversas fases de avaliações, a cultivar Apoatã (resistente) apresentou atividade de polifenoxidase maior do que a Mundo Novo (suscetível), tanto em plântulas inoculadas como não inoculadas. Os autores concluíram que esse aumento de atividade nas plântulas inoculadas do Apoatã, na primeira avaliação, indica a possibilidade de essa enzima estar envolvida no mecanismo de resistência a *M. incognita*.

Diversos trabalhos apontam que clones de *C. canephora* podem apresentar resistência à *M. exigua* (FAZUOLI et al., 1991; FAZUOLI et al., 2002; BERTRAND & ANTHONY, 2008; LIMA et al., 2013; CONTARATO et al. 2014), mas possuem taxa variável de segregação de resistência à *M. incognita*, resultando em menor produtividade e morte de plantas em áreas infestadas por este patógeno (GONÇALVES et al., 1996; LIMA et al, 2013). A cultivar “IAC Apoatã” de *C. canephora*, por exemplo, é resistente à *M. incognita*, sendo considerada uma alternativa viável no controle do patógeno. Este material vem sendo utilizado como porta-enxerto de *C. arabica* no controle do nematoide em áreas infestadas (CARNEIRO, 1995; TOMAZINI et al., 2005).

Darbello et al. (2013) avaliando a resistência de dezessete materiais de *C. arabica* e *C. canephora* à *M. paranaenses* em casa de vegetação verificaram uma grande variação no nível de resistência de ambos os genótipos testados, encontrando plantas resistentes e moderadamente resistentes de *C. canephora* e moderadamente resistentes à suscetíveis em *C. arabica*. Neste trabalho, os autores observaram que a cultivar IAC 125 RN, que é resistente a duas raças de *M. exigua* (FAZUOLI et. al., 2012), apresentou-se como moderadamente suscetível ou suscetível a *M. paranaensis*. Em trabalho realizado por Machado et al. (2013) foi observado que plantas de *C. arabica* cv. “Mundo Novo” inoculadas com 10000 ovos de *M. paranaenses* obtiveram uma redução média de massa fresca de raiz de 50%, quando comparadas com a testemunha, evidenciando a agressividade do patógeno.

A resistência ao *M. incognita* tem sido encontrada em *C. canephora* (LIMA; GONÇALVES; TRISTÃO, 1989; SERA et al., 2004) e em *C. congensis* (LIMA; GONÇALVES; TRISTÃO, 1989; GONÇALVES; LIMA; FAZUOLI., 1988), porém a maioria dos genótipos são segregantes. A cultivar porta-enxerto Apoatã IAC-2258 de *C. canephora* é resistente a *M. incognita* e também *M. exigua* (FAZUOLI et al., 1987). Outras espécies de cafeeiros que merecem destaque pelo fato de serem cultivadas em seus locais de origem e, principalmente, por serem fontes importantes de genes para o melhoramento genético são as seguintes: *Coffea bengalensis* Heyne ex Willd; *Coffea eugenoides* S. Moore; *Coffea stenophylla* G. Don; *Coffea racemosa* Lour; *Coffea zanguebariae* Lour, *Coffea abeokutoe* e ainda as espécies da subseção *Mascharocoffea*, dos cafés descafeinados (CHARRIER, 1978; FAZUOLI, 1986; SAKIYAMA et al., 1999).

É importante salientar que geralmente os níveis de resistência dos genótipos de café estão relacionados com as espécies e/ou raças de *Meloidogyne* associadas. Em estudo realizado por Sera et al. (2006) avaliando a reação de vinte e quatro clones de *C. canephora* ao nematoide-das-galhas, foi observado que para a raça 1 de *M. incognita*, todos os cafeeiros

apresentaram reação de resistência. A nota média de infestação desses genótipos de *C. canephora* foi de 1,43 em comparação com a cultivar testemunha Mundo Novo IAC 376-4 (*C. arabica*), que apresentou nota média igual a 4,68. Entretanto, quando os mesmos materiais foram expostos à *M. incognita* raça 2, a segunda mais disseminada no Paraná, apenas doze clones apresentaram resistência. Um dos entraves da pesquisa nematológica com culturas agrícolas é a ausência de padronização metodológica em relação à melhor densidade populacional do nematoide, que consiga expressar os adequados níveis de resistência/suscetibilidade dos genótipos, e à melhor data de avaliação, principalmente no caso de culturas perenes, como o café. Devido ao fato de espécies como *M. incognita* e *M. paranaenses* serem mais agressivas ao cafeeiro (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001).

Sera et al. (2006) sugere que esses nematoides deveriam ser testados com níveis baixos de inóculo, pois a pressão de inóculo poderia induzir uma planta resistente a se comportar como suscetível, gerando resultados equivocados. Entretanto, segundo Machado et al. (2015), em populações iniciais muito elevadas do nematoide, as raízes da planta hospedeira podem ser severamente danificadas pelo ataque do patógeno e há substancial competição entre os indivíduos por sítios de alimentação do hospedeiro, fazendo com que o fator de reprodução, ao final do experimento, fique abaixo de 1,0, o que caracterizaria uma reação de resistência, mesmo em plantas suscetíveis ao nematoide (GRECO & DI VITO, 2009). Neste mesmo trabalho os autores testaram a reação de *C. arabica* em diferentes épocas de avaliação após a inoculação e utilizando diferentes níveis de inóculos de *M. incognita*, chegando a conclusão que as melhores densidades populacionais foram aquelas situadas entre 1 e 4 ovos.cm<sup>-3</sup> de solo e a melhor data de avaliação utilizando-se tais densidades é 90 dias após a inoculação.

Existem na literatura inúmeros trabalhos com o patossistema *Meloidogyne* spp. x cafeeiro, mas não há padronização da metodologia, sendo praticamente impossível a comparação de resultados entre diferentes autores. Por exemplo, para *M. exigua* inoculado em plantas da cultivar suscetível Mundo Novo, maior FR foi relatado com população inicial de 2000 ovos por planta (GONÇALVES & FERRAZ, 1987). Já Andreazzi (2014), trabalhando com densidades populacionais crescentes de *M. paranaensis* em diferentes cultivares, observou, com base no FR e na variável número de ovos e juvenis por grama de raízes, que populações iniciais entre 500 e 3000 ovos são suficientes para distinguir os genótipos estudados entre resistentes e suscetíveis, garantindo boa multiplicação do nematoide sem que haja destruição excessiva do sistema radicular.

Além disso, tem-se observado diferenças histopatológicas entre clones de *C. canephora* previamente identificados como resistente e suscetível a espécies de *Meloidogyne*. Entre essas diferenças, estão a presença de morte celular e reação de hipersensibilidade na raiz infectada dos clones, sendo estes considerados mecanismos de resistência da planta (LIMA et al, 2015). Entretanto, *C. canephora* apresenta frequência variável de plantas resistentes a diferentes espécies e raças fisiológicas de *Meloidogyne spp.* (PAULI et al., 2014).

De maneira geral, variedades de *C. arabica* com resistência ao nematoide-das-galhas são mais escassas. Entretanto, alguns germoplasmas derivados de combinações entre *C. arabica* e *C. canephora* tais como “Icatu”, “Sarchimor” e “Catimor, inicialmente estudados em relação à ferrugem do cafeeiro *Hemileia vastatrix*, também foram identificadas plantas resistentes a *M. exigua* (BERTRAND et al. 2001), *M. incognita* (ALBUQUERQUE et al., 2010) e *M. paranaensis* (SERA et al., 2007; SALGADO et al. 2014). Itu et al. (2008) avaliando a reação de genótipos de café arábica ao nematoide-das-galhas observou que quatro progênies da cultivar IPR100 (“Catuaí SH2, SH3”) e dez progênies da cultivar IPR 106 (“Icatu”) foram mais resistentes aos nematóides *M. incognita* raça 2 e *M. paranaenses* do que a cultivar padrão suscetível “Mundo Novo IAC 376- 4”.

A resistência de *C. arabica* ao nematoide das galhas vem sendo encontrada também na cultivar IPR 100. Kanayama et al. (2009) avaliando progênies da cultivar IPR 100 de *C. arabica* verificou que seis progênies apresentaram maior resistência à raça 1 de *M. incognita* em comparação com a cultivar 'Mundo Novo IAC 376-4' utilizada como padrão suscetível. Nesta última, predominaram plantas com nota 5 (suscetíveis), enquanto que nas progênies da 'IPR 100' foram plantas com nota 3 (resistentes). A nota média do índice de galhas e massas de ovos (IGO) das seis progênies da cultivar IPR 100 foi de 3,25, enquanto que a nota média dos dois tratamentos do padrão suscetível foi de 4,56.

Com o intuito de ampliar a base genética de *C. arabica* para a obtenção de genótipos resistentes a uma população do nematoide-das-galhas *M. incognita* da Guatemala, Anzueto et al. (2001) avaliaram a reação de híbridos F1 e populações F2 obtidos pelo cruzamento de acessos de café semi-selvagens da Etiópia e Sudão com variedades de *C. arabica* suscetíveis ao nematoide. Os resultados mais expressivos foram observados nos cruzamentos com os acessos da Etiópia, pois 40% dos genótipos foram totalmente resistentes á *M. incognita*. Este estudo relata ainda que os mesmos resultados foram obtidos quanto testaram a reação desses acessos com uma população de *M. incognita* brasileira, evidenciando a importância das espécies selvagens para o controle genético do nematoide-das-galhas na cultura do café.

Destaca-se que a base genética da maioria das cultivares de cafeeiro arábica é proveniente de uma única progênie que havia sido cultivada na Europa, conforme revisado por Silvestrini et al. (2007). Mais notadamente, a maioria das cultivares brasileiras tem, em sua origem, as cultivares Mundo Novo e Catuaí, que apresentam poucas diferenças em nível molecular (VIDAL et al., 2010). A necessidade de ampliação da base genética utilizada no melhoramento de *C. arabica* levou a FAO a empreender, entre 1960 e 1970, missões de coleta de germoplasma no centro de origem do café arábica – a Etiópia- cujos acessos foram repassados a diversos centros de pesquisa (SILVESTRINI et al., 2007). Bonsueto avaliou a reação de nove desses acessos à *M. paranaenses* (Est P1) e verificou que todos eles mostraram resposta de resistência a *M. paranaenses*, semelhante a variedade controle resistente Nemaya (FR <1,0).

Outro fator importante no manejo do nematoide das galhas na cultura de café refere-se ao tipo de sistema de produção da cultura. Lavouras cafeeiras cultivadas em sistema agroflorestal sofrem um sombreamento moderado, o que melhora a sustentabilidade do ambiente e aumenta a estabilidade da produção do cafezal, pela atenuação de condições estressantes, que podem esgotar lavouras a pleno sol, e pelas condições microclimáticas mais apropriadas à produção (DAMATTA et al., 2007). Entretanto, o conhecimento acerca da reação de espécies arbóreas consorciadas com os cafeeiros aos principais nematoides da cultura é de suma importância, uma vez que tais plantas podem aumentar consideravelmente a população dos mesmos no solo, trazendo maiores prejuízos à lavoura principal. Segundo Zamora & Soto (1976), a espécie arbórea *Inga* spp., utilizada para sombreamento de cafezais, pode ser hospedeira alternativa para nematoides parasitas do cafeeiro. Em trabalho realizado por Machado et. Al. (2015), foi verificado que as espécies arbóreas *Heliocarpus popayanensis*, *Croton floribundus*, *Mimosa floclulosa* e *Mimosa scabrella* são parasitadas por *Meloidogyne incógnita*. Portanto, a utilização de árvores para sombreamento em café deve ser criteriosa, levando-se em consideração a presença de nematoides na área.

### 3. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ- ABIC. **Produção mundial de café, principais países produtores.** Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#80>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

ALBUQUERQUE, E.V.S.; CARNEIRO, R.M.D.G.; COSTA, P.M.; GOMES, A.C.M.M.; SANTOS, M.; PEREIRA, A.A.; NICOLE, M.; FERNANDEZ, D.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Resistance to *Meloidogyne incognita* expresses a hypersensitive-like response in *Coffea arabica*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 127, p. 365-373, 2010

AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 2011. 667 p.

ANZUETO, F. et al. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. **Euphytica**, 118, p. 1-8, 2001.

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**, v.28, p.49-54, 2004

BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; RODRIGUES, W. P.; RODRIGUES FILHO, J. C.; BARROSO, D. G.; SILVA, T. R. C. Efeito da enxertia e do nematoide *Meloidogyne exigua* sobre o crescimento radicular e a produtividade de cafeeiros. **Coffee Science**, vol. 9 n. 4, pp. 427-434, 2014

BERTRAND, B.; ANTHONY, F. Genetics of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and breeding. In: SOUZA, R.M. (Ed). **Plant-Parasitic Nematodes of Coffee**. 1 ed. USA: APS Press & Springer, v.1, p.165-190, 2008.

BERTRAND, B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P. Breeding for resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica* by introgression of resistance genes of *Coffea canephora*. **Plant Pathology**, v.50, p.637-643, 2001.

BOISSEAU, M. et al. Resistance to *Meloidogyne paranaensis* in wild *Coffea arabica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 38-41, 2009.

BRAGANÇA, S.M. et al. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.5, p.765-770, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 08 abr. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Previsão da safra brasileira de café 2012/2013: primeira estimativa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spc.htm>>. Acesso em: 20 out. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Previsão da safra brasileira de café 2014: primeira estimativa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spc.htm>>. Acesso em: 10 maio de 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Previsão da safra brasileira de café 2015: terceira estimativa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spc.htm>>. Acesso em: 20 out. 2015.

CAMARGO, M.B.P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010

CAMPOS, V.P. & L. VILLAIN. 2005. Nematodes parasites of coffee and cocoa. In: LUC, M., R.A. SIKORA & J.BRIDGE (ed). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2nd ed. CAB International, London (UK), p. 529-579.

CAMPOS, V. P.; LIMA, R. D.; ALMEIDA, V. F. Nematóides parasitas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, p. 50-58, 1985.

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**. v.11, p. 40-233. 1987.

CANTO-SAENZ, M.; BRODIE, B. D. Comparison of compatible and incompatible potato to *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, n. 19, p.218-221, 1987.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Caracterização isoenzimática e variabilidade intraespecífica dos nematoides de galhas do cafeeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais eletrônicos...** Brasília: Embrapa café, 2000. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/389/155537\\_Art076f.pdf?>](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/389/155537_Art076f.pdf?>). Acesso em: 20 dez. 2014

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 parasitizing coffee in Brazil. **Journal of Nematology**, 28: 177-189, 1996.

CARNEIRO, R. M. D. G.; M. R. A. ALMEIDA. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides das galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.1, p.35 – 44, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G. O. RANDING, M. R. A. ALMEIDA & W. GONÇALVES. Identificação e caracterização de espécies de meloidogyne em cafeeiros nos estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-Multiplex-PCR. 2005

CARNEIRO, R.G. Reação de progênes de café 'Icatu' a *Meloidogyne* incognita raça 2, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v.19, p.53-59, 1995.

CARVALHO, A.; COSTA, W. M. da. Comparação de características de algumas cultivares de café enxertadas e de pé franco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1977. p. 77.

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie arábica. **Separata dos boletins da superintendência de serviços de café**. Campinas: IAC, 1946

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; NAVES, R. L.; ANDRADE JÚNIOR, W. C.; DUTRA, M. R.; COIMBRA, J. L.; MAXIMINIANO, C.; SILVA, J. R. C. Levantamento de fitonematoides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 32, n.1, p. 56-64. 2008



CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M.M.; WILSON, K.C. (Eds.) Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. **Westport: AVI**, 1985. p.13-47.

CHARRIER, A. **La structure génétique dès caféiers spontanés de la region Malgache (Mascaracoffea): Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (Eucoffea)**. Paris: ORSTOM, 1978. 223 p.

CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. Iconographie des caféiers sauvages et cultivés et des Rubiacées prises pour des caféiers. **Lechevalier**. p.36, 1942.

COFFEA BREAK. Disponível em: [http://www.coffeekbreak.com.br/arquivo\\_de\\_edicoes.html](http://www.coffeekbreak.com.br/arquivo_de_edicoes.html)

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento – Secretaria da Produção e Comercialização/CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2015, terceira estimativa**- setembro de 2015, Café- safra 2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conabweb/>> Acesso 01 novembro de 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento – Secretaria da Produção e Comercialização/CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café safra 2012, primeira estimativa**, Janeiro de 2012., Café- safra 2012 Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento – Secretaria da Produção e Comercialização/CONAB. 2014. Indicadores agropecuários. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2015.

CONTARATO, C. C. et al. Reaction of Cultivar Coffee 'Vitória INCAPER 8142' of Cornillon to Parasitism of *Meloidogyne exigua*. *Idesia*, **Arica**, v. 32, n. 1, p. 93-97, 2014 .

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

COSTE, R. **Les caféiers et les cafés dans le monde**. Paris: Larose, 1955. 365 p.

COTTA, M. G., BOCS, S., REGO, E. C. S., COSTA, T. S., AQUINO, S. O. D., CARNEIRO, F. D. A. & ANDRADE, A. C. Estudo das famílias gênicas CcPYL, CcPP2C e CcSnRK2: componentes centrais na via aba-dependente para a resposta ao déficit hídrico em *Coffea canephora*. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Resumos Expandidos ...** SPCB (9. : 2015 : Curitiba, PR) – 2015

CRUZ, M. C., OTOBONI, C. E. D. M., FERREIRA, R. V., & GOULART, S. L. Ocorrência de nematóides em cafeeiros enxertados. **Revista Científica Eletrônica Agronomia**, Ano 2, Ed. 4, 2003. Disponível em:  
<[http://www.faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/X0Gy6pSdWXcOmVp\\_2013-4-26-9-52-2.pdf](http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/X0Gy6pSdWXcOmVp_2013-4-26-9-52-2.pdf).

DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production: review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DaMATTA, F. M., RONCHI, C. P., SALES, E. F. & ARAÚJO, J. B. S. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A., BRAGANÇA, S. M., FERRÃO, M. A. G., MUNER, L. H. (eds). **Café Conilon**. Vitória, ES, Incaper, p. 377-389, 2007.

DaMATTA, F.M.; GRANDIS, A.; ARENQUE, B.C.; BUCKERIDGE, M.S. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. **Food Research International**, v 43, p. 1814-1823, 2010

DaMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 18, p. 55-81, 2006.

DARBELLO, D. D. M., FAZUOLI, L. C., BRAGHINI, M. T., SOUZA, J. P. H. D., & GONÇALVES, W. Avaliação da resistência de progênies de *Coffea arabica* e *C. canephora* a *Meloidogyne paranaensis*. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, **Anais...** 25 a 28 de novembro, Salvador-BA, 2013.

DAVIS, E. L.; MITCHUM, M. G. Nematodes: sophisticated parasites of legumes. **Plant Physiology**, n.137, pag.1182-1188, 2005.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 167, p. 357-377, 2011.

DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Behavior of coffee plants IPR 100 and IPR 106 in soil infested with *Meloidogyne incognita*. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 10, n. 1, p. 251-255, 2012.

DIAS, FÁBIO PEREIRA et al. Desenvolvimento de cafeeiros enxertados em Apoatã IAC 2258 cultivados no campo isento de nematóides. **Coffee Science**, v. 6, n. 3, p. 203-211, 2011.

DIAS, F. P.; MENDES, A. N. G.; VALLONE, H. S.; CARVALHO, A. M.; CARVALHO, S. P. Desenvolvimento de cafeeiros enxertados em Apoatã IAC 2258 cultivados em recipiente de 250 litros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 385-390, 2008.

DIAS, P. P. 2004. Avaliação de mudas de quatro germoplasmas de café (*Coffea arabica* L.), enxertadas e não enxertadas submetidas aos nematóides formadores de galha *Meloidogyne exigua*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004. 142p. **Tese (Mestrado em Produção Vegetal)** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2004.

FAHL, J. I. et al. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 297-312, 1998.

FATOBENE, B.J.R.; GUERREIRO FILHO, O.; GONÇALVES, W. Avaliações preliminares da resistência à cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* em clones de *Coffea canephora* resistentes a *Meloidogyne* spp. **Coffee Science**, v.7, p.160-166, 2012.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. IAMADA, T. (Ed.). Cultura do cafeeiro (fatores que afetam a produtividade). Piracicaba: **POTAFOS**, 1986. p. 88-113.

FAZUOLI, L.C.; BRAGHINI, N.T.; SILVAROLLA, M.B; GONÇALVES, W.; MISTRO, J.C.; GUERREIRO FILHO, O.; GALLO, P.B.; ALMEIDA, S.R. IAC 125 RN, CULTIVAR of Coffea Arabica resistant to rust and to nematode Meloidogyne exigua. In: **ASIC 2012 International Conference on Coffee Science**; ASIC San José Costa Rica, 2012 p. 857-861 CD ROM.

FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: UFV, p.163-215, 2002.

FERRÃO, R.G. et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.43, n.1, p.61-69, 2008.

FERRARI, R. B. et al. Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados, em condições de campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EmbrapaCAFÉ, 2001. p. 43-50.

FERRAZ, L. C. C. B. As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro. In: SILVA, J. F. V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2001. p. 15-38.

FERRAZ, S. et al. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. 1. Reimpressão. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2010. 306 p.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. IN: AMORIM, L. et al. Manual de Fitopatologia. 4. ed. Piracicaba: **Agrônômica Ceres**, 2011. p. 277-305.

FERREIRA, A. D.; CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, J. G. Absorção, translocação e eficiência no uso dos

macronutrientes em cafeeiros (*Coffea arabica*) enxertados em Aboatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). **Interciencia**, Caracas, v. 35, n. 11, p. 1-5, 2010.

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**, 2008. p.225-248.

GARCIA, A. W. R. et al. Avaliação do efeito da enxertia em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2005. p. 6-7.

GARCIA, A. W. R.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, G. B.. Avaliação do efeito da enxertia na produção do cafeeiro em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides: dados preliminares 3ª colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/ IBC, 2004. p. 11-12.

GARCIA, M. J. D. M. et al. M. Primeiro registro de Meloidogyne enterolobii em aceroleira (*Malpighia glabra* Linn.) no município de Junqueirópolis no estado de São Paulo. **Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.303-306, 2011.

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; MIDORIKAWA, G.; MILLER, R.; ALMEIDA, A. M. Guava decline: Evidence of nationwide incidence in Brazil. *Nematropica*, v. 42, n. 1, 2012.

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

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.; LIMA, M. M. A. de; FAZUOLI, L. C. Resistência do cafeeiro a nematóides: III. Avaliação da resistência de espécies de *Coffea* e de híbridos interespecíficos a Meloidogyne incognita raça 3. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 12, p. 47-54, 1988.

GONÇALVES, W.; PEREIRA, A. A. Resistência do cafeeiro a nematóides 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.; SILVAROLLA, M. B. Nematóides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: Ed. da UFV, 2001. p.199-268.

GONÇALVES, W. & SILVAROLLA, M. B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. **O Agrônomo**, 59: 54-56, 2007

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

GRECO, N. & DI VITO, M. Population dynamics and damage levels. In: PERRY, R. N., MOENS, M. & STARR, J. L. (Eds). Root-knot nematodes, **CAB International**, pp 246-274, 2009.

GUERRA NETO, E. G.; D'ANTONIO, A. M. Nematoides parasitas em lavouras cafeeiras do sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 11, 1984, Londrina (PR). **Resumos...**, 1984. p.171.

HERNÁNDEZ, A.; FARGETTE, M, and SARAH, J.L. Characterization of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) from coffee plantations in Central America and Brazil. **Nematology** 6:193-204. 2004.

HUANG, Jeng-sheng. Formation, anatomy and physiology of giant cells induced by root-knot nematodes. In: SASSER; C.C CARTER **An Advanced Treatise on Meloidogyne, Vol.I Biology and Control**. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina, p.155-164, 1985.

HUMPHREYS-PEREIRA, D. A. et al. *Meloidogyne lopezi* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a new rootknot nematode associated with coffee (*Coffea Arabica* L.) in

Costa Rica, its diagnosis and phylogenetic relationship with other coffee-parasitising *Meloidogyne* species. **Nematology**, Leiden, v. 16, p. 643-661, 2014.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. et al. Root-knot nematodes. **Wallingford: CAB International**, 2009. p. 55-97

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. B. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease**. v.57, p.1025-1028, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática: banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 out. 2012.

ITO, D. S. et al. 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, DF: Embrapa Café**: p. 1-4, 2013.

ITO, D. S.; SERA, G. H.; SANTIAGO, D. C.; KANAYAMA, F. S.; GROSSI, L. D. Progenies de cafe com resistencia a nematoides *Meloidogyne paranaensis*. e Raca 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science**, 3(2): 156-163, 2008.

KIMARI, Hiroshi et al (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças de planta cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1997.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. **Mol Gen Genet**, v.261, p. 259-266, 1999.

LIMA, E.A.; FURLANETTO, C.; SOUSA, M.G.; MENEZES, A.C.M.; SOUZA, F.R.; ALMEIDA, M.R.A.; SÉRGIO JÚNIOR, A.; FERRÃO, M.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. Resistência múltipla e resposta de hipersensibilidade do cafeeiro ‘Conilon 14’ a *Meloidogyne* spp. In **Anal of the 8th Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**; Vol 8; Salvador, 2013

LIMA, E.A., FURLANETTO, C., NICOLE, M., GOMES, A. C., ALMEIDA, M. R. A., JUNIOR, A. J., CORREA, V. R., SALGADO, S. M., FERRÃO, M. A. G., & CARNEIRO, R. M. D.G. The multi-resistant reaction of droughttolerant coffee 'Conilon clone 14' to *Meloidogyne* spp. and late hypersensitive-like response in *Coffea canephora*. **Phytopathology**, aceito para publicação, <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0232-R> (2015).

LIMA, M. M. A.; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L. C.; TRISTÃO, R. O. Estudo comparativo do ciclo de *Meloidogyne incognita*, raça 3, em Mundo Novo e Apoatã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.128-129.

LIMA, I.N.; SOUZA, R.M.; SILVA,C.P. and CARNEIRO, R.M.D.G. *Meloidogyne* spp. From preserved areas of Atlantic forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira** 29:31-38. 2005.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; FAZUOLI, L. C. Levantamento de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiros no estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). **Anais**. Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. (CD-ROM), p. 1182-1187

LORDELLO, L. G. E.; HASHIZUME, H. Suscetibilidade da variedade Konillon de *Coffea canephora* a um nematoide. **Revista Agrícola**. v.46, p.157-158, 1971.

LORDELLO, L. G. E.; MELLO FILHO, A. T. Mais um nematoide ataca o cafeeiro. **Revista Agrícola**. v.45, n.3, p.102, 1970.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8ª ed. São Paulo, Ed. Livraria Nobel, 1984, 314p.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematoides. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 222, 1976.



MACHADO, A. C., ITO, D. S., SILVA, S. A. D., & DORIGO, O. F. Agressividade de populações de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro 'Mundo Novo'. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador – BA. **Anais...** VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador – BA, 2013.

MACHADO, A. C., BICALHO, A. C., & SILVA, S. A. D. Ajuste de datas de avaliação e densidades populacionais de *Meloidogyne incognita* visando a avaliação da resistência de cafeeiros. **Anais...** IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba – PR, 2015

MACHADO, A. C., VANZO, G. L., DORIGO, O. F., SANTORO, P. H., & SILVA, S. A. D. (2015). Parasitismo de *Meloidogyne incognita* em arbóreas utilizadas no sombreamento de cafeeiros. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** Curitiba – PR, 2015.

MARCOLAN, A. L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia. Porto Velho**: EMBRAPA, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).

MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p.

MATIELLO, J. B. **Café conilon (como plantar, tratar, colher, preparar e vender)**. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ, 1998. 162 p.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Fenóis, peroxidase e polifenoloxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.4-6.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial (produtividade e qualidade - genética e melhoramento do cafeeiro)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 99 p. 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Previsão da safra brasileira de café 2006/2007: primeira estimativa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spc.htm>>. Acesso em: 15 maio de 2015.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. 2014. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/cafes/estatisticas>>. Acesso em: 25 out. 2015.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. Meloidogyne Species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. Rootknot nematodes. **Wallingford: CAB International**, 2009. p. 1-17.

MUNIZ, M.D.S., CAMPOS, V.P., GONÇALVES, W. ALMEIDA, M.R.A., SOUSA. F.R., MOITA, A. W., and CARNEIRO, R. Reaction of coffee genotypes to different populations of Meloidogyne spp.: detection of a naturally virulent M. exigua population. **Tropical Plant Pathology** 34:370-378, 2009.

MUNIZ, M.F.S., V.P. CAMPOS, A.W. MOITA, W. GONÇALVES & R.M.D.G. CARNEIRO. Reação de genótipos de cafeeiro a populações de Meloidogyne exigua: detecção de virulência natural ao gene Mex-1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 27, Goiânia. **Resumos**, p. 84-85, 2007.

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

OLIVEIRA, D. S., OLIVEIRA, R. D., & GONÇALVES, W. Fenótipo S1 de Esterase em Meloidogyne incognita no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. N. 31, (2), 2006

OLIVEIRA, D. S.; OLIVEIRA, R. D. A. L.; SILVA, R. V. Caracterização fisiológica de populações de Meloidogyne exigua associadas a cafeeiros na Zona da Mata de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n.2. p. 279-283. 2005

OLIVEIRA, D. R. D., OLIVEIRA, A. C. B. D., PEREIRA, A. A., SUDÁRIO, A. F., & FREITAS, M. A. S. D. Caracterização agrônômica de cultivares de café arábica portadoras de fatores de resistência à ferrugem. **Resumos Expandidos...** IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba, PR, 2015.

OOSTENBRINK, Michiel. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen**, v.6, p.1- 46, 1966.

PAULI, B.; SALGADO, S. M. L.; BOTELHO, T. T.; SOUZA, S. R.; TASSONE, G. A.; SOUZA, J. E. N.; LIMA, I. M. Comportamento inicial de clones de conilon “vitória incaper 8142” em área infestada por *Meloidogyne paranaensis* no sudoeste de Minas gerais. **Anais... VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Salvador – BA, 2013.

PEREIRA, T. B.; SALGADO, S. M. L.; CARVALHO, G. R.; PEREIRA, A. A.; DOMINGHETTI, A. F.; OLIVEIRA, L. P. V. Reação de genótipos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a *Meloidogyne exigua* População Sul de Minas. **Café Ciência**, vol. 7, n. 1 pp. 84-90, 2012.

PINHEIRO, J. B.; SANTOS, M.; SANTOS, C. M.; LELLES, A. M. Ocorrência de fitonemaoides em amostras oriundas de cafezais do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Resumos expandidos...** Brasília, D.F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, v.2, 2000. p. 257-259

PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; BALBI-PEÑA, M. I.; FURLANETTO, C. *Meloidogyne* spp. associadas à cafeicultura em Municípios do Oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**. Brasília, v. 30, n.1, p. 23-27. 2006

PONTE, J. J. da; CASTRO, F. E. de. Lista adicional de plantas hospedeiras de nematoides de galha, *Meloidogyne* spp. no Estado do Ceará (Brasil) referente a 1969/74. **Fitossanidade**, Fortaleza, v.1, n.2, p.29-30, 1975.

QUÉNÉHERVÉ, P. and E. Van den BERG. Les nematodes phytoparasites (Tylenchida et Dorylaimida) des départements français d Amérique (Guadeloupe, Martinique et Guyane) et dispositions réglementaires. **EPPO Bulletin**, 35:519-530. 2009.

RAMALHO, A. R.; OLIVEIRA, C. L. L. G.; VENEZIANO, W. Caracterização por descritores fenotípicos de acessos de *Coffea arabica* L. em Rondônia. In: **SIMPÓSIO DE**

PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Resumos Expandidos...** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009. 1 CD-ROM.

RAMALHO, A. R., ROCHA, R. B., VENEZIANO, W., VIEIRA JÚNIOR, J. R., & SANTOS, M. M. D. . Conilon ‘BRS Ouro Preto’: cultivar clonal de café para Amazônia Ocidental. **Anais... IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 24 a 26 de junho, Curitiba – PR, 2015

RAMALHO, J.C.; DaMATTA, F.M.; RODRIGUES, A.P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I.; BATISTA-SANTOS, P.; PARTELLI, F.L.; RIBEIRO, A.; LIDON, F.C.; LEITÃO, A.E. Cold impact and acclimation response of *Coffea* spp. plants. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, p. 5-18, 2014.

RIBEIRO, B. B., MENDONÇA, L. M. V. L., ASSIS, G. A., MENDONÇA, J. M. A., MALTA, M. R., & MONTANARI, F. F. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2014

ROBERTS, P.A., MATTHEWS, W.C. & VEREMIS, J.C. Genetic mechanisms of host plant resistance to nematodes. In: Barker, K.R., Pederson, G.A. & Windham, G.L. (Eds.) **Plant and nematode interactions**. Madison WI. American Society of Agronomy Inc. pp. 209-238, 1998.

RODRIGUES, A., ABRANTES, I. M. D., MELILLO, M. T., & BLEVE- ZACHEO, T. Ultrastructural response of coffee roots to root-knot nematodes, *Meloidogyne exigua* and *M. megadora*. **Nematropica**, n.30, 201–210, 2000.

ROCHA, R. B., RAMALHO, A. R., TEIXEIRA, A. L., SOUZA, F. D. F., & CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canephora*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.9, p.1531-1537, set, 2015

RODRIGUEZ, M.G.; RODRIGUEZ, I.; and SANCHEZ, L. Especies Del género *Meloidogyne* que parasitam el cafeto em Cuba Distribucion geográfica y sintomatologia. **Revista de Proteccion Vegetal** 10:123-128. 1995.

ROLDI et al. CONTROLE DE *Meloidogyne paranaensis* EM CAFEIEIRO MEDIADO PELA APLICAÇÃO DE SILÍCIO. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Junho de 2015, **Anais....** Curitiba – PR, 2015.

SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Melhoramento de café arábica. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 189-204.

SALGADO, S.M.L. de; CARNEIRO, R.M.D.G.; PINHO, R.S.C. de. Aspectos técnicos dos nematóides parasitas do cafeeiro. **Boletim Técnico**. v.98. Lavras: EPAMIG, 2011. p.60.

SALGADO, S. M. L. et al. *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne exigua* em lavouras cafeeiras na região sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 475 - 481, out./dez. 2015

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

SALGADO, S.M.L.; REZENDE, J.C.; NUNES, J.A.R. Selection of coffee progenies for resistance to nematode *Meloidogyne paranaensis* in infested area. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.14, p.94-101, 2014.

SALGADO, S. M. L., V. P. CAMPOS, M. L. V. RESENDE & A. A. KRYZANOWSKI. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros Iapar 59 e Catuaí. **Nematologia Brasileira**, 26 (2): 205-207, 2002

SAMPEDRO, J.J.; PEREZ, J.; FOWLER, V.; FERNANDEZ, E.; GANDARILA, H.; ACOSTA, O. LORENZO, E.; BASTERRECHEA, J.GARCIA, and O'CONNOR., B. Nematodos parasitas asociados al cultivo del cafeto em Cuba. **Ciencia y Técnica em la Agricultura**. Prot. Plant. 12:59-71, 1989.

SANTOS, Marilene Almeida Fernandes Dos. Diversidade de *Meloidogyne incognita* e espécies correlatas como sugerem abordagens correlatas morfológicas, biológicas,

citológicas e moleculares. 2012. 55 f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Cap. 01.

SANTOS, J. M. Estudos das principais espécies de *Meloidogyne Goeldi* que infectam o cafeeiro no Brasil com descrição de *M. goldii* sp. 1997. 153f. **Tese** (Doutorado em proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SANTOS, J. M. DOS; SOARES, P. L. M.; BARBOSA, B. F. FIGUEIREDO. Curso de Atualização em Nematologia. S.l: S/ed, 2013. 143 p. **CD-ROM**.

SASSER, J. N.; C. C. CARTER; K. M. HARTMAN.. **Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Cooperative publication of North Carolina State University and United States Agency for International Development, Raleigh, NC, 1984 .

SASSER, J. N; **Plant-parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy**. Raleigh – NorthCaroline: North Caroline State University Graphics, 1979, 115 p.

SEINHORST JW (1967). The relationships between population increase and population density in plant-parasitic nematodes. II. Sedentary nematodes. **Nematol.**, 13: 157-171

SERA, G. H.; SERA, T.; AZEVEDO, J. A.; MATA, J. S.; RIBEIRO-FILHO, C.; DOI, D. S.; ITO, D. S.; FONSECA, I. C. B. Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. **Semina: Ciências Agrárias** 27: 171-184, 2006.

SERA, T.; ITO, D. S.; BRANDET, E.; SHIGUEOKA, L. H.; ANDREAZI, E.; GARDIANO, C. G.; CARVALHO, F. G. Possível nova raça de *Meloidogyne paranaensis* no Paraná indicado por plantas diferenciadoras e utilizando a resistência das cultivares de café. In: 37º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, MG- **Anais...** 37º CBPC: Poços de Caldas, MG, 2011.

SERA, G.H.; SERA, T.; ITO, D.S.; MATA, J.S.; DOI, D.S.; AZEVEDO, J.A.; RIBEIRO FILHO, C. Progênies de Coffea arabica IPR 100 resistentes ao nematoide Meloidogyne paranaensis. **Bragantia**, v.66, p.43-49, 2007

SERA, T.; ALTÉIA, M. Z.; PETEK, M. R.; MATA, J. S. da. Novas cultivares para o modelo IAPAR de café adensado para o Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28, 2002, Caxambu. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 432-434.

SHIGUEOKA, L. H.; SERA, G. H.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. F.; ANDREAZI, E.; CARVALHO, F. G.; AZEVEDO, J. A.; MACHADO, P.; FIORI, K. H.; CARDUCCI, F. C.; MARIUCCI JUNIOR, V. Desempenho de cultivares de café arábica em área infestada pelo nematoide Meloidogyne paranaensis. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais eletrônicos...** Brasília:Embrapa café, 2013.

SOUZA, F. D. F.; SANTOS, M. M. D. Melhoramento genético de café canéfora em Rondônia: In: Zambolin L (ed.) **Tecnologias para Produção do Café Conilon**. DFT/UFV, VIÇOSA- MG, p.175-200, 2009.

SOUZA, F. F. et al. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. **Documentos / Embrapa Rondonia**, 21p, Porto Velho-RO, 2004

SOUZA, S. E. D., SILVA, G. R. D., GIOVANNI, N. R. M. D., & SANTOS, A. R. D. Reação de Coffea arabica ao nematóide das galhas Meloidogyne enterolobii. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2015, Curitiba – PR. **Anais...** Curitiba: PR, 24 a 26 de junho de 2015.

SILVA, R. V., OLIVEIRA, R. D., 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**, n.38 (2), p. 114-121, 2013.

SILVESTRINI, M. et al. Genetic diversity and structure of Ethiopian, Yemen and Brazilian Coffea arabica L. accessions using microsatellites markers. Genetic Resources and Crop Evolution, **Dordrecht**, v. 54, p. 1367-1379, 2007

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1993. 372p.

TOMAZINI M. D.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, C. M. G.; GONÇALVES, W.; INOMOTO, M. M. Resistência de genótipos de cafeeiros a *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v.29, pp.193- 198, 2005.

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L.C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.459-461.

VIEIRA JUNIOR, J. R. et al. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. **Comunicado Técnico**, 332. ISSN 0103-9458, 2008. Disponível em: <[www.cpafrro.com.br](http://www.cpafrro.com.br)>. Acesso em 15 de maio de 2015.

VIDAL, R. O. et al. A high-throughput data mining of single nucleotide polymorphisms in *Coffea* species expressed sequence tags suggests differential homeologous gene expression in the allotetraploid *Coffea arabica*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 154, n. 3, p. 1053-1066, 2010.

VILLAIN, L.; ANZUETO, F.; SARAH, J.L. Resistance to root-lesion nematodes in *Coffea canephora*. **Nematology**, v. 4, n. 2, p. 157-158, 2002.

VILLAIN, L.; SARAH, J.L.; HERNÁNDEZ,A.; BERTRAND B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P.; CHARMETANT, P.; ANZUETO, F.; CARNEIRO, R. M. D. G. Diversity of root-knot nematodes parasitizing coffee in Central America. **Nematropica** v. 43, n.2, 2013.

ZAMORA, G. & SOTO, B. Árboles usados como sombra para café y cacao. **Revista Cafetalera**, p. 27-32, 1976.

WILLIAMSON, V. M.; HUSSEY, R. S. Nematode pathogenesis and resistance in plants. **Plant Cell**, n.8, pag.1735-1745, 1996.



## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo Geral

Avaliar a reação de genótipos *C. canephora* de características agronômicas superiores do banco de germoplasma da Embrapa Rondônia (CPAFRO) à *M. incognita* (Est I2), assim como, conhecer sobre a melhor densidade de inóculo e melhor época de avaliação da reação de cafeeiros à *M. incognita* (Est I2) que expressem os adequados níveis de suscetibilidade e/ou resistências das plantas ao patógeno.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a reação de genótipos de *C. canephora* da cultivar BRS Ouro Preto e outros materiais segregantes do banco de germoplasma da Embrapa- RO à *M. incognita* (Est I2);
- Testar o efeito da densidade de inóculo e época de avaliação na reação de genótipos de café à *M. incognita* em condições de casa de vegetação;
- Subsidiar o desenvolvimento de metodologias mais adequadas para avaliação da resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita* nas condições edafoclimáticas de Rondônia;

## 5. Justificativa

Considerando que o estado de Rondônia possui uma área plantada de aproximadamente 140 mil hectares de cafeeiros, sendo reconhecido atualmente como o quinto maior produtor do país e o segundo maior produtor de café Robusta, e sabendo da importância fitossanitária do Nematóide-das-Galhas na cafeicultura, é fundamental que sejam realizadas pesquisas para se avaliar a reação de genótipos pré-selecionados de potencial produtivo superior adaptados as condições de solo e clima rondoniense à *M. incognita* (Est I2). Estudos preliminares constataram a presença dessa espécie de nematóide em áreas cafeeiras no estado, sendo considerado um importante fator limitante da produtividade dos cafezais devido a maior agressividade do patógeno comparada às outras espécies de *Meloidogyne*. Ainda, devido ao grande número de trabalhos referentes ao patossistema *Meloidogyne* x Cafeeiro que não utilizam uma metodologia padrão, e que permitam comparar fielmente os experimentos de resistência de cultivares de *C. canephora* à *Meloidogyne* spp., este trabalho pretende subsidiar a padronização metodológica das avaliações de reação de genótipos de *C. canephora* à *M.*

*incognita* (Est I2), através do conhecimento da densidade de inóculo e época de avaliação dos ensaios mais adequados para as condições *in loco*, e que consigam expressar os adequados níveis de resistência/ suscetibilidade das plantas ao nematoide. Com este trabalho, espera-se desenvolver metodologias que permita caracterizar cultivares e genótipos de cafeeiros segregantes quanto a reação à *M. incognita* (Est I2), com o intuito de incluir os materiais mais resistentes em programas de melhoramento do cafeeiro visando a obtenção de cultivares de características superiores adaptadas as condições de solo e clima de Rondônia.

**6. CAPÍTULO 1: Otimização da densidade de inóculo e época de avaliação de ensaios na reação de cafeeiros (*Coffea* spp.) ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2).**

**RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes densidades de inóculo e duas épocas de avaliações na resistência do cafeeiro ao nematóide das galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2), em condições de casa-de-vegetação. Mudanças com seis meses de idades de *C. arabica* Obatã 1669-20 e clones de *C. canephora* 194 (resistente) e 750 (suscetível) foram inoculadas individualmente com 10ml de suspensão contendo 1000; 5000; 10000 e 20000 ovos do nematóide. A viabilidade e a virulência do inóculo foram comprovadas em cafeeiro e tomateiro (*Solanum Lycopersicum* L.) cv. Santa Clara. Avaliou-se, aos 150 e 240 dias após a inoculação (DAI), o peso fresco de raiz (PR), o número de galhas (NG), o número de ovos (NO) e o fator de reprodução (FR= População final/População inicial). Utilizou-se seis parcelas ou repetições por tratamento (densidade do inóculo x genótipo hospedeiro), sendo estas constituídas de uma planta de cafeeiro em vasos de oito litros com solo, dispostas em delineamento inteiramente casualizado em bancadas no interior da casa-de-vegetação. Os dois ensaios foram instalados na mesma data (abril de 2016), sendo a primeira condução entre os meses de abril a setembro (150 DAI) e a segunda condução entre os meses de abril a dezembro (240 DAI) de 2016. Pela análise de variância, apenas no genótipo de café resistente (clone 194) foi observado evidências de diferenças significativas a 1% de probabilidade nos valores de FR pelo efeito isolado da densidade de inóculo ( $F=19.84$ ). Entretanto, foram observadas diferenças significativas nos valores de FR ( $F_{calculado} > F_{tabelado}$ ) quando associados os efeitos da densidade de inóculo x época de avaliações, em todos os genótipos de café testados. O teste de comparação de médias demonstrou que nas duas épocas de avaliações do experimento as duas menores densidades de inóculo testadas (1000 e 5000) apresentaram resultados significativamente diferentes dos demais tratamentos, obtendo os maiores valores de FR e NG em todos os genótipos de café avaliados. Da mesma forma, nas duas épocas de avaliações foram obtidos os menores valores de PFR nos clones de *C. canephora* 750 e 194 quando utilizadas as duas menores densidades de inóculo, com exceção da linhagem Obatã de *C. arabica* que apresentou diferença significativa apenas na menor concentração (1000 ovos/planta). Logo, aos 150 DAI as duas menores densidades de inóculo,

de 1000 e 5000 ovos de *M. incognita*/planta<sup>-1</sup> proporcionaram maiores valores de FR e NG dentre os genótipos de cafeeiros inoculados, e menores valores de PFR nos genótipos de *C. canephora* avaliados, permitindo melhores condições para a avaliação e classificação da resistência do cafeeiro ao nematoide. Tais resultados mostram que a expressão de sintomas e a reprodução do nematoide nos diferentes genótipos de café testados são dependentes da densidade de inóculo e da época de avaliação dos ensaios. Portanto, este trabalho proporciona um melhor entendimento do patossistema *Meloidogyne* vs. Cafeeiro e contribui como importante informação para as futuras pesquisas realizadas em Rondônia quanto a reação de genótipos de café ao nematoide-das-galhas.

**Palavras-chaves:** Fitonematoide, Café, Concentração, Resistência .

## 6.1. Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e o segundo maior consumidor do produto. Em sua última safra, em 2015, o Brasil alcançou uma marca de 43,24 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado em uma área de 442.264 mil hectares (ha) com uma média de 25.29 sacas por (ha). O estado de Rondônia ocupa o segundo lugar nacional na produção de *Coffea canephora* var. Conilon e o primeiro na região norte, com uma área em produção de 87.657 hectares (CONAB, 2016).

Dentre os fatores bióticos limitantes ao crescimento e produção do cafeeiro em todo mundo, destacam-se os fitonematoides (SALGADO; REZENDE, 2010), especialmente o “Nematoide-das-Galhas” (*Meloidogyne* spp.) (GOELDI, 1887). *Meloidogyne* spp. são importantes patógenos do cafeeiro, devido à: ampla distribuição geográfica; polifagia; alta persistência no solo; diferença biológica ligada ao parasitismo entre populações de uma mesma espécie e de diferentes espécies do patógeno; capacidade de danificar o sistema radicular do cafeeiro, limitando a produção e, em casos extremos; causando a morte das plantas e o consequente abandono das lavouras (KRZYZANOWSKI et al., 2001; CARNEIRO et al., 1996).

Levantamentos nematológicos demonstraram prevalência de *Meloidogyne incognita* (KOFOID & WHITE) Chitwood nos cafezais, causando danos significativos a produção (PISSINATI et al., 2015; VIEIRA JUNIOR et al., 2015). *M. incognita* é conhecida pela elevada agressividade ao cafeeiro, sendo considerada a espécie mais destrutivas cafeeiro no

Brasil (BRASS, 2008). Entretanto, os danos causados por nematoides em cafeeiros podem variar com a virulência do isolado e com: densidade de inóculo no solo; genótipo do hospedeiro e fatores de ambiente (tipo de solo, temperatura, umidade, pH, dentre outros).

Em experimentos de inoculação sob condições controladas, a reação ao nematoide pode sofrer interferência do volume dos vasos, do turno de rega, das variações do microclima, da idade e do vigor das plantas inoculadas, do tempo de avaliação e de incubação após as inoculações, das densidades iniciais de inóculos, além das variações de agressividade entre espécies e isolados de uma mesma espécie, bem como raças fisiológicas (MACHADO et al., 2015). Por isso, a determinação dos danos pela meloidoginose em cafeeiro é uma tarefa imprecisa (ZAMBOLIM; JESUS JÚNIOR, 2012). Do mesmo modo, falta padronização metodológica para avaliação da resistência do cafeeiro a *Meloidogyne* spp., o que requer, na maioria das vezes, estudos prévios *in loco*, nas condições regionais onde o programa de melhoramento e a pesquisa são conduzidos.

Variações nos níveis de resistência dos genótipos de cafeeiro ocorrem em função de alterações ambientais e oscilações microclimáticas, mesmo em ensaios envolvendo inoculações artificiais. Sabe-se, por exemplo, que a densidade inicial do inóculo utilizada nos experimentos é um fator fundamental para o sucesso do estabelecimento de *Meloidogyne* spp. em cafeeiro. A elevada pressão de inóculo rizosférico em cafeeiro desencadeia num aumento da resposta de hipersensibilidade nas raízes, ou seja, a morte programada das células do vegetal, culminando na diminuição quanto a: capacidade de colonização, fator de reprodução e maior mortalidade dos nematoides (ANTHONY et al., 2005). Consequentemente, por este critério, as plantas suscetíveis podem ser erroneamente classificadas como resistentes ao nematoide (GRECO; DI VITO, 2009).

A principal fonte de energia do juvenil do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* spp. no exercício de suas funções vitais e para parasitar o hospedeiro é lipídica (ROCHA, 2007). O J2 precisa manter aproximadamente entre 50 e 60% de sua energia corporal, basicamente sob a forma lipídica, para ter condições de penetrar e infectar o hospedeiro (CHRISTOPHERS et al., 1997; REVERSAT, 1981). Além de promover a resposta de hipersensibilidade, aventa-se que sob altas populações, a competição pelo sítio de alimentação e o consumo de reservas nutricionais acarretem na diminuição da agressividade do nematoide-das-galhas à planta hospedeira, e por sua vez, interfiram no fator de reprodução do nematoide (MACHADO et al., 2015). Quanto ao período de incubação e ao tempo para avaliação das plantas, os ensaios de resistência do cafeeiro à *Meloidogyne* spp. utilizam de 60 até mais de 240 dias após inoculação (DAI), para plantas em vasos contendo diferentes volumes e tipos de substratos (VILLAIN et al., 2010). Neste trabalho, buscou-se otimizar as condições de inoculação e de

incubação das plantas, visando-se fixar a metodologia a ser utilizada no programa de melhoramento do cafeeiro da Embrapa-RO, para testar e avaliar a resistência genética de genótipos de cafeeiro ao nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est.2). Desta forma, avaliou-se o efeito de diferentes densidades de inóculo e dois períodos de incubação das plantas na reação de genótipos de cafeeiro à *Meloidogyne incognita* (Est I2), em ensaio sob condições de casa-de-vegetação.

## 6.2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na cidade de Ji-Paraná/RO, entre os meses de abril a dezembro de 2016, em casa de vegetação “modelo capela”, estruturada em madeira beneficiada, cobertura de filme plástico anti UV de 120 micras com ventilação frontal e lateral livre, localizada no campo experimental do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), nas coordenadas geográficas: latitude 10°52'53" sul e longitude 61°30'45" oeste, com altitude de 159 metros. O clima em Rondônia é equatorial com transição do tipo Aw (CARREIRA et al.,2016). Segundo a classificação de Köppen Geiger, a região de Ji-Paraná possui clima tropical com estação seca, Köppen-Geiger: Aw (RONDÔNIA, 2001).

Para obtenção do inóculo do nematoide-das-galhas foram coletadas amostras de nematóide retiradas na projeção da copa de plantas de *C. canephora* naturalmente infestadas, localizadas em lavoura do município de Ji-Paraná, RO (10°52'53" sul, longitude 61°30'45" oeste, altitude 159 metros, solo franco-silto-arenoso (SEDAM, 2014). O preparo do inóculo foi realizado adaptando-se a metodologia de Carneiro & Almeida (2001), da seguinte forma: em condições de laboratório a massa de ovos de uma única fêmea do nematoide com avançado estágio de oviposição foi extraída da raiz do cafeeiro sob microscópio estereoscópico e transferida para tubo “eppendorf” contendo 0,1 ml de solução salina a 1%. Imediatamente, em casa de vegetação, a suspensão com a massa de ovos foi transferida para tubo de ensaio contendo 10 ml de água destilada esterilizada e submetido a agitador do tipo “vórtex” por aproximadamente 15s, até que houvesse separação dos ovos da ooteca e homogeneidade da suspensão. Com auxílio de pipetador automático foram inoculadas individualmente 3,3 ml da suspensão contendo ovos do nematoide em cinco plantas de Tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara com vinte dias de germinação mantidas em vasos de 8 litros e substrato esterilizado.

Para facilitar a infecção dos nematoides nas raízes, antes da inoculação foi realizada uma perfuração de aproximadamente 3 cm no substrato próximo a base de cada planta com auxílio de um bastão de vidro, local onde foi pipetada a suspensão. Na primeira semana após a

inoculação as plantas foram irrigadas apenas com 50 ml de água destilada esterilizada, afim de que os ovos do nematoide não lixiviassem devido a irrigação. Posteriormente, os tomateiros foram mantidos irrigados por oitenta dias em casa de vegetação até que houvesse multiplicação dos nematoides suficiente para instalar os ensaios de resistência.

Com o estabelecimento da amostra pura e para identificar a espécie do nematoide das galhas foi realizada, no laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado- RS, a caracterização enzimática do perfil de esterases, por eletroforese de isoenzimas em gel de poliacrilamida, segundo Carneiro & Almeida (2001). Como amostras controle, foram utilizadas fêmeas de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, 1949. O perfil de esterase revelado foi único e típico de *Meloidogyne incognita* (Est I2) (Figura 2).



Figura 2. Fenótipo isoenzimático de esterase do inóculo de nematoide-das-galhas proveniente de área cafeeira de Ji-Paraná-RO. *M. incognita* I2 (A) e o padrão *M. javanica* (B).  
(Fonte: Embrapa CPACT)

Mudas de cafeeiros provenientes do banco de germoplasma da Embrapa Rondônia com seis meses de idade de genótipos de *C. arabica* variedade Obatã IAC 1669-20 e dos clones de *C. canephora* “194” (resistente) e “750” (suscetível), que já haviam sido previamente avaliados em experimento anterior quanto à reação ao *M. incognita* (Est I2) (em fase de elaboração), foram transplantadas para vasos de 8 litros contendo substratos esterilizados na proporção de 2:1:1:1 (solo natural, vermiculita textura média, areia e composto orgânico, respectivamente).

Também foram utilizadas plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv Santa Clara como testemunha suscetível, a fim de se comprovar a viabilidade do inóculo de *M. incognita* (Est I2) utilizado no experimento. Após quinze dias do transplante para pegamento das mudas dos cafeeiros nos vasos, seis plantas de cada genótipo (repetições) de café foram inoculadas com as densidades de *M. incognita* a seguir: 1000 (C1), 5000 (C2), 10000 (C3) e 20000 (C4) ovos de J2 por planta.

Os tratamentos foram instalados em duplicata e avaliados após dois períodos de incubação: aos 150 dias (5 meses) e aos 240 dias (8 meses) após a data da inoculação (DAI). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado e analisado em esquema fatorial 4x2x3, referente a quatro densidades de inóculo, duas épocas de avaliações e três genótipos de cafeeiro (*C. arabica* Obatã 1669-20, *C. canephora* 750 e *C. canephora* 194), com seis repetições ou plantas por tratamento. Cada planta (ou vaso com uma planta) foi considerada como unidade experimental. Seis plantas de tomateiro Santa Clara, com vinte dias após emergência ou semeio, foram inoculadas com 1000 ovos do nematoide/planta<sup>-1</sup> e avaliadas aos 90 DAI, para confirmação da virulência e viabilidade do inóculo utilizado.

A irrigação do experimento foi realizada diariamente na proporção aproximada de 300 ml/planta. Foi realizado o controle de pragas como a “Cochonilha Verde” *Coccus viridis* Green (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccidae) e lagartas incidentes através de catação manual, enquanto que para o controle do “Bicho-Mineiro” *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) foi realizada uma única pulverização foliar de inseticida piretroide a base de cipermetrina. Da mesma forma, foi aplicado fungicida protetor (Mancozeb) para o controle de cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke). Para que os defensivos não entrassem em contato direto com os nematoides e interferissem na sua atividade biológica, a superfície dos substratos de cada vaso foi totalmente coberta com papel toalha e filme plástico de PVC.

Nas avaliações, as plantas tiveram as raízes separadas da parte aérea, e as raízes foram lavadas, pesadas e avaliadas quanto ao número de galhas (NG) e posteriormente processadas em liquidificador segundo HUSSEY & BARKER, 1973; modificado por Boneti e Ferraz (1981). Para tanto, as raízes foram trituradas em liquidificador em solução de hipoclorito 0,5% em água de torneira e o triturado foi peneirado em peneiras de 20, 80 e 500 mesh. Do que ficou retido na última peneira de 500 mesh, se obteve a suspensão de ovos e juvenis de segundo estágio (J2).

A suspensão contendo ovos + J2 de *M. incognita* foi retida em um bequer e completada para 100 mL com água destilada em bequer de 250 mL. A contagem do número de ovos e J2 foi realizada com auxílio de microscópio óptico e câmara de Peters, obtendo-se as estimativas populacionais finais (Pf) de *M. incognita* (Est I2) para cada planta ou repetição. O fator de reprodução do nematoide nos diferentes tratamentos foram calculados conforme a equação:  $FR = \text{População final} / \text{População inicial}$ ). Os genótipos foram classificados quanto a reação ao *M. incognita* como: resistentes (R) com  $FR < 1,00$ ; imunes (I) com  $FR = 0,00$ ; suscetíveis (S) com  $FR > 1,00$ , segundo Oostenbrink (1966).



Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey (1974) a 5% de probabilidade. Efetuou-se ainda análise de regressão para avaliar o efeito associado da densidade de inóculo ao fator de reprodução do nematoide aos 150 DAI e 240 DAI de cada um dos genótipos de café testados (CRUZ et al. 2004).

### 6.3. Resultados e Discussão

Através da análise de variância (ANOVA) verifica-se que as densidades de inóculo e as épocas de avaliações isoladamente não influenciaram significativamente no PFR de nenhum dos genótipos de café testados (tabela 2). Entretanto, o efeito da densidade de inóculo vs época de avaliação teve resposta significativa no PFR do café arábica (suscetível) e no clone resistente de *C. canephora* 194, mas não no clone suscetível 750 de *C. canephora* (tabela 2).

Já as diferentes épocas de avaliações tiveram efeito significativo no NG no clone resistente 194 e no café arábica Obatã 1669-20, mas não no clone suscetível 750. Ainda é possível observar que houve efeito da densidade de inóculo no fator de reprodução do nematoide apenas no clone resistente 194. Entretanto, o experimento demonstrou que quando associados os efeitos da densidade de inóculo vs épocas de avaliações houve significância para o fator de reprodução do nematoide em todos os genótipos de café avaliados (Tabela 2).

Quando os dados de FR foram representados graficamente na forma de curvas obtidas pela análise de regressão verificasse que houve aumento significativo de FR quando utilizadas as densidades de inóculo entre 1000 e 5000 ovos de *M. incognita*/planta em todos os tratamentos, e que aos 150 DAI estes valores foram mais altos comparados a época de 240 DAI (Figuras 3; 4 e 5). As plantas de *C. canephora* referentes ao clone suscetível “750” inoculadas com 10000 (C3) e 20000 (C4) ovos do nematoide obtiveram os menores valores de FR, sendo estes 1,08 e 0,42, respectivamente. Nas avaliações que ocorreram aos 240 DAI, observa-se que apenas os tratamentos C1 e C2 favoreceram a reprodução do nematoide ( $FR > 1$ ) no clone suscetível 750, obtendo valores de FR iguais a 3,27 e 2,33, respectivamente (Figura 3).

Em relação ao clone 194 (resistente) foi verificado que ambos os tratamentos obtiveram valores de  $FR < 1$  tanto aos 150 DAI como aos 240 DAI. Apesar disso, verifica-se que os maiores valores médios de FR foram novamente encontrados nos tratamentos inoculados com as menores densidades do nematoide/planta (C1 e C2), obtendo valores de 0,82 e 0,12 aos 150 DAI e 0,51 e 0,03 aos 240 DAI, respectivamente, diferenciando-se significativamente entre si e os demais tratamentos (Figura 4). Dessa forma, os dados demonstram uma tendência de que mesmo em clones de café resistentes as menores densidades de inóculo favoreçam a

multiplicação do nematoide, e que aos 150 DAI os sintomas e a reprodução do nematoide no cafeeiro sejam mais expressivos.

Tabela 2. Resumo das tabelas de análise de variância a 1% de probabilidade (ANOVA) para as características, peso fresco de raiz (PFR), número de galhas (NG) e fator de reprodução (FR) considerando os efeitos de diferentes densidades de inóculo (1000, 5000, 10000 e 20000 ovos) de *M. incognita* (Est I2) e épocas de avaliações (150 e 240 dias) na resposta de resistência de genótipos de *C. canephora* suscetível a nematoide, genótipo de *C. canephora* resistente e linhagem de *C. arabica* (var. Obatã).

Peso fresco de raiz				Número de galhas				Fator de reprodução			
<b>Genótipo suscetível</b>											
F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F
Densidade	3	1434,77	3.35 <sup>NS</sup>	Densidade	3	9347,07	2.65 <sup>NS</sup>	Densidade	3	1256,46	0.97 <sup>NS</sup>
Épocas	1	2419,68	5.65 <sup>NS</sup>	Épocas	1	23364,1	6.64 <sup>NS</sup>	Épocas	1	2111,25	1.63 <sup>NS</sup>
Conc. x épocas	3	427,95	2.02 <sup>NS</sup>	Conc. x épocas	3	3516,85	2.21 <sup>NS</sup>	Conc. x épocas	3	1288,84	246.17 <sup>**</sup>
Resíduo	40	211,68		Resíduo	40	1593,73		Resíduo	40	5,23	
Total	47			Total	47			Total	47		
Média	58,79			Média	112,39			Média	7,43		
C.V.	24,74			C.V.	35,51			C.V.	30,75		
<b>Genótipo resistente</b>											
F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F
Densidade	3	636,41	0.89 <sup>NS</sup>	Densidade	3	33,58	3.85 <sup>NS</sup>	Densidade	3	1,17	19.84 <sup>**</sup>
Épocas	1	3358,71	4.73 <sup>NS</sup>	Épocas	1	120,33	13.79*	Épocas	1	0,13	2.18 <sup>NS</sup>
Conc. x épocas	3	709,3	6.30 <sup>**</sup>	Conc. x épocas	3	8,72	2.62 <sup>NS</sup>	Conc. x épocas	3	0,06	11.07 <sup>**</sup>
Resíduo	40	112,49		Resíduo	40	3,31		Resíduo	40	0,01	
Total	47			Total	47			Total	47		
Média	42,02			Média	8,21			Média	0,2		
C.V.	25,23			C.V.	22,19			C.V.	36,72		
<b>Linha de <i>C. arabica</i> (var. Obatã)</b>											
F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F	F.V.	G.L.	Q.M.	F
Densidade	3	63,07	0.22 <sup>NS</sup>	Densidade	3	60,07	1.85 <sup>NS</sup>	Densidade	3	0,59	1.03 <sup>NS</sup>
Épocas	1	664,54	2.35 <sup>NS</sup>	Épocas	1	438,02	13.51*	Épocas	1	1,3	2.28 <sup>NS</sup>
Conc. x épocas	3	281,68	10.81 <sup>**</sup>	Conc. x épocas	3	32,4	8.61 <sup>**</sup>	Conc. x épocas	3	0,57	148.93 <sup>**</sup>
Resíduo	40	26,05		Resíduo	40	3,76		Resíduo	40	0,01	
Total	47			Total	47			Total	47		
Média	39,88			Média	6,14			Média	0,17		
C.V.	12,79			C.V.	31,56			C.V.	34,81		

Da mesma maneira, a análise de regressão representada na Figura 5, referente ao cafeeiro Arábica Obatã (susceptível), demonstra que novamente as menores densidades de inóculo expressaram os menores valores de FR do nematoide, principalmente nos tratamentos C1 (FR=0,99) aos 150 DAI. Aos 240 DAI os valores de FR foram reduzidos em todas as densidades de inóculo avaliadas. Apesar de não haver diferenças significativas, também foi

possível observar a mesma tendência, visto que a reprodução do nematoide foi maior nos tratamentos inoculados com as menores densidades de ovos do nematoide no café Arábica .

Em trabalho realizado por Gonçalves (1998) o autor observou que aos 100 DAI de *M. exigua* em café Arábica Mundo Novo a densidade de 2000 ovos/planta promoveu valores de FR 1.5, 2.6, 3.6 e 4.6 vezes maiores dos encontrados nos tratamentos com densidades iniciais de 1000, 4000, 8000 e 12000, respectivamente, sugerindo que as menores densidades próximas de 2000 ovos/planta favoreceram a multiplicação do nematoide no cafeeiro.

Andreazi e colaboradores (2015) realizaram um experimento semelhante avaliando a reação das cultivares resistentes *C. arabica* IPR 100, *C. canephora* Apoatã 2258 e testemunha suscetível *C. arabica* Catuai Vermelho IAC 99 a níveis de inóculos de 0; 500; 1,500; 3,000; 5,000; e 8,000 de *Meloidogyne paranaenses* por planta. Os autores verificaram que ambas as cultivares resistentes obtiveram valores de  $FR < 1$ , e as densidades entre 1500 e 3000 ovos/foram as que apresentaram os mais elevados níveis de FR, diferenciando-se significativamente do tratamento testemunha que apresentou os maiores valores de FR nas três menores densidades de inóculo.

Além disso, os autores avaliaram o experimento apenas aos 110 DAI e conduziram o estudo com mudas originadas de sementes de polinização aberta germinados em areia e posteriormente conduzidas em vasos de plástico de 700 mL contendo uma mistura de solo e areia (proporção 1: 1) como substrato, metodologia esta diferente do presente trabalho. Em trabalho realizado por Gonçalves (1998) o autor observou que aos 100 DAI de *M. exigua* em café Arábica Mundo Novo a densidade de 2000 ovos/planta obteve valores de FR 1.5, 2.6, 3.6 e 4.6 vezes maiores dos encontrados nos tratamentos com densidades iniciais de 1000, 4000, 8000 e 12000, respectivamente.

O volume do substrato, assim como a idade das mudas de café utilizadas nas avaliações de resistência ao nematoide-das-galhas em diferentes estudos pode ser muito variável. Da mesma forma, a densidade inicial de inoculo (entre ovos e J2) utilizada nos ensaios também não seguem um mesmo padrão. Existem trabalhos semelhantes onde os autores utilizam densidades iniciais variando de 200 (ALPIZAR et al., 2007) até 15000 ovos por planta (MORERA & LÓPEZ 1998). Silva e colaboradores (2015) avaliando a resposta de resistência de cultivares de *C. arabica* Catuaí Vermelho IAC e *C. canephora* Apoatã IAC 2258 à *M. exigua* utilizaram uma densidade inicial de inóculo de 2000 ovos/planta em vasos de 2 litros.

Villain e colaboradores (2010) avaliando a resistência de cultivares de café à *Meloidogyne* spp. utilizaram mudas com dois pares de folhas mantidas em recipientes de 110 ml inoculadas com uma densidade de 1500 ovos/planta. Roese e colaboradores (2007)

avaliando a reação do café 'Catuaí Vermelho IAC 44 à *M. paranaenses* utilizaram vasos de plástico com capacidade para 2,5 litros e níveis de inóculo iguais a 5000 ovos/planta. Carneiro e colaboradores (2008) avaliaram a patogenicidade de seis espécies de *Meloidogyne* inoculando 6000 ovos/planta em mudas de dois meses de idade dos genótipos de *C. arabica*: Catuaí Vermelho IAC 144 (suscetível) e uma nova progênie H 419-5-4-5-2 (Catuaí Vermelho IAC 30 x Timor Hybrid UFV 445-46), avaliados aos 240 DAI. Muniz et al. (2009) testaram a resistência de 7 genótipos de cafeeiros arábicos para *Meloidogyne* spp. com 10000 ovos/planta. Neste estudo os autores inocularam mudas com seis meses de idade mantidas em vasos de 3 litros e avaliaram o experimento aos 320 DAI (oito meses).

A análise de regressão demonstra que foram densidades de inóculo mais baixas (C1 e C2) que promoveram o maior desenvolvimento de galhas nos três genótipos avaliados (6; 7 e 8), sendo que nos genótipos suscetíveis estas diferenças foram significativas aos 150 DAI, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos. Aos 240 DAI apenas o clone resistente 194 (Figura 7) apresentou um maior NG comparado à primeira época de avaliação, encontrando os maiores valores nas C1 (NG=11,5) e C2 (NG=10,17). Já aos 150 DAI, o clone 194 apresentou NG reduzidos, obtendo na C4 o menor valor (NG=3,67). Apesar do elevado número de galhas observados aos 240 DAI nas C1, C2 e C3 no clone 194, observa-se que os valores de FR em ambos os tratamentos neste clone foram menores que 1 (FR<1) (Figura 4).

Estes resultados corroboram à citação de Moura (1997), onde o autor ressalta que somente a avaliação da presença e do número de galhas não deve ser considerada isoladamente na avaliação da resistência, pois plantas resistentes podem formar galhas na presença de poucos nematoides e plantas suscetíveis podem não produzir galhas.

Aos 150 DAI o PFR foi maior com o aumento dos níveis de inóculo no clone suscetível de *C. canephora* 750 e no clone resistente de *C. canephora* 194 (Figuras 9 e 10, respectivamente). Todavia, o mesmo não ocorreu de modo uniforme na testemunha de *C. arabica* Obatã (Figura 11), visto que na primeira época de avaliação o tratamento com 1000 ovos do nematoide/planta apresentou valores de PFR superiores aos demais tratamentos. Aos 240 DAI os menores valores de PFR também foram observados nos tratamentos inoculados com as duas menores densidades (Figuras 9; 10 e 11).

Supoe-se que a inoculação de menores densidades do nematoide/planta tenham favorecido a infecção e reprodução do nematoide nos cafeeiros, aumentando os danos nas raízes e promovendo menor peso fresco de raízes.

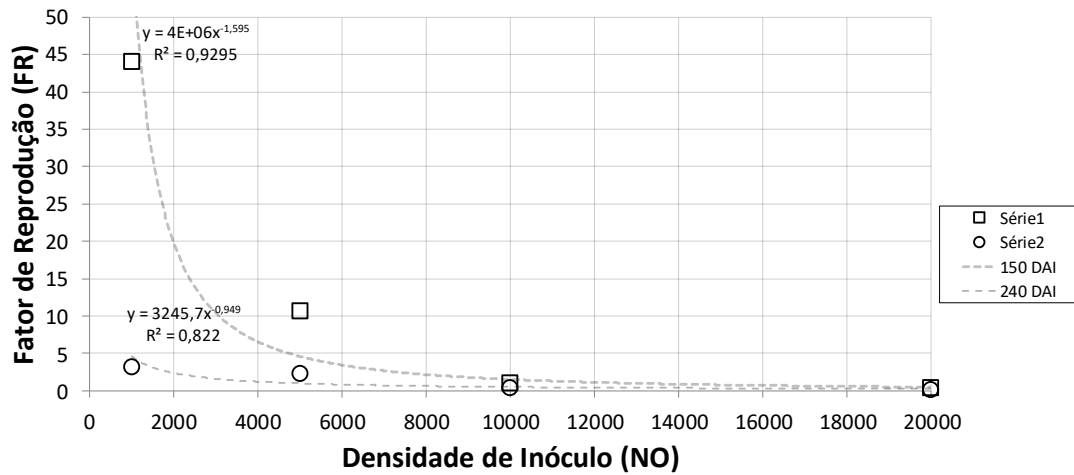


Figura 3. Fator de reprodução de *M. incognita* (Est I2) no clone suscetível "750" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

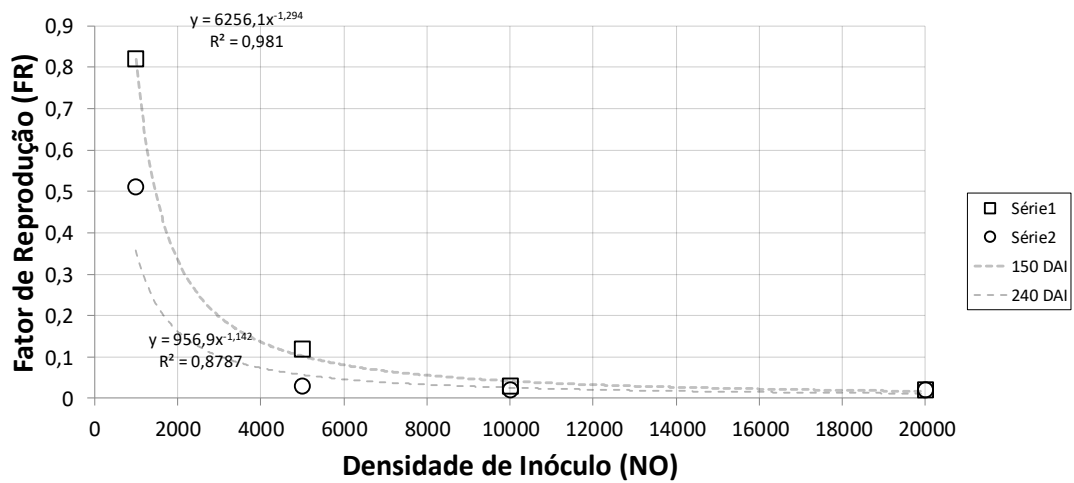


Figura 4. Fator de reprodução de *M. incognita* (Est I2) no clone resistente "194" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

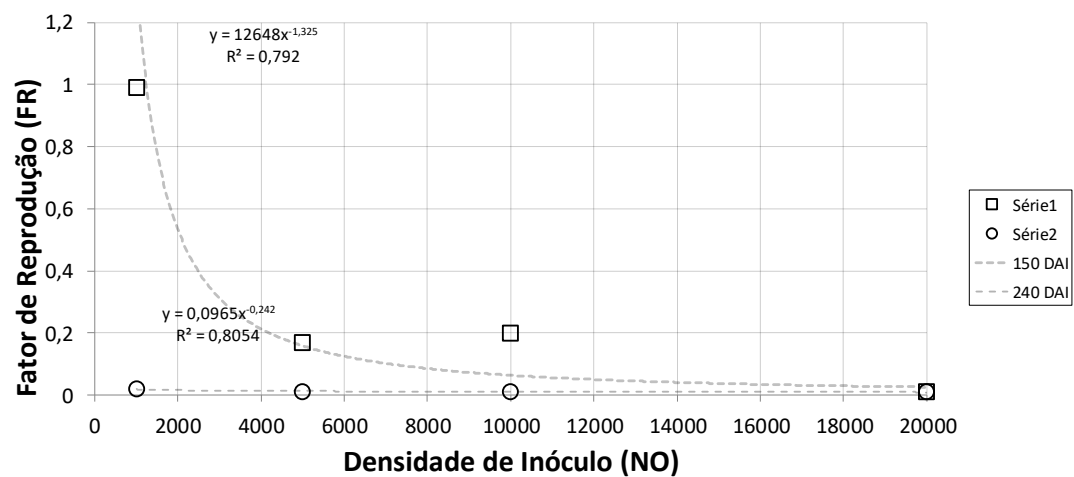


Figura 5. Fator de reprodução de *M. incognita* (Est I2) na linhagem suscetível de *C. arabica* v. Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

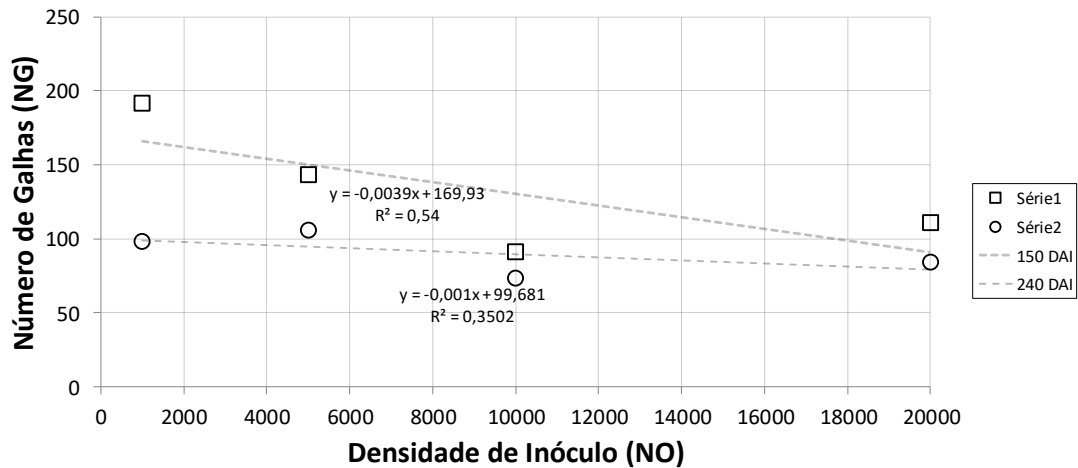


Figura 6. Número de Galhas (NG) no clone suscetível "750" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

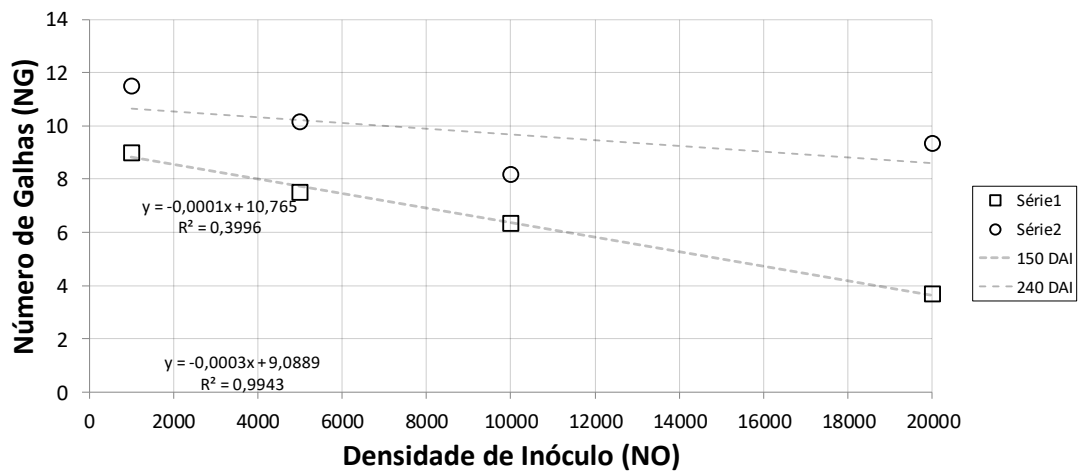


Figura 7. Número de Galhas (NG) no clone resistente "194" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

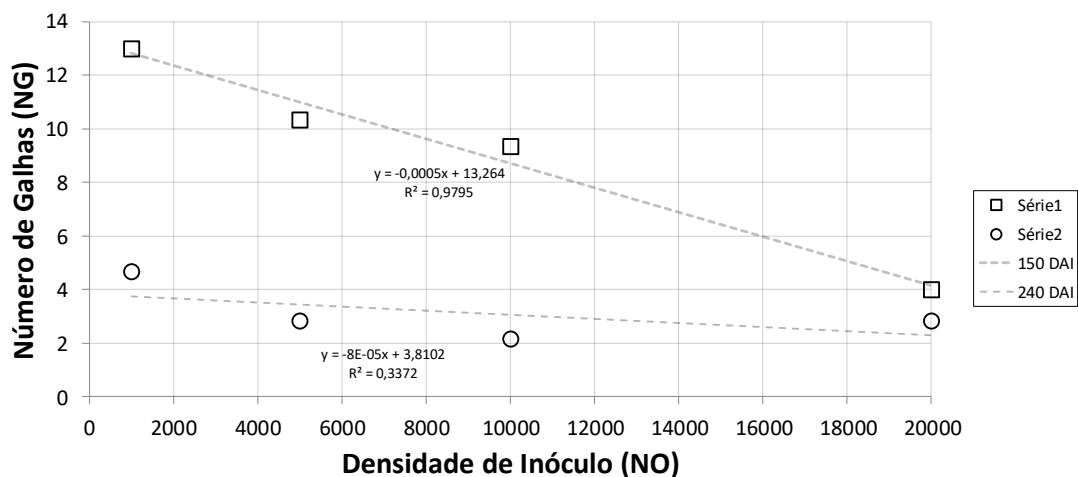


Figura 8. Número de Galhas (NG) na linhagem suscetível de *C. arabica* variedade Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

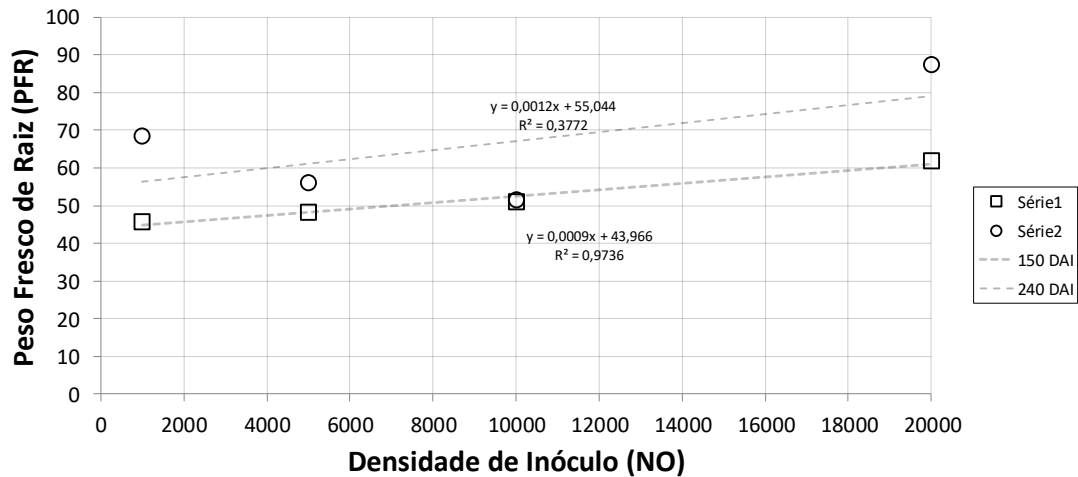


Figura 9. Peso fresco de raiz (PFR) do clone suscetível "750" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

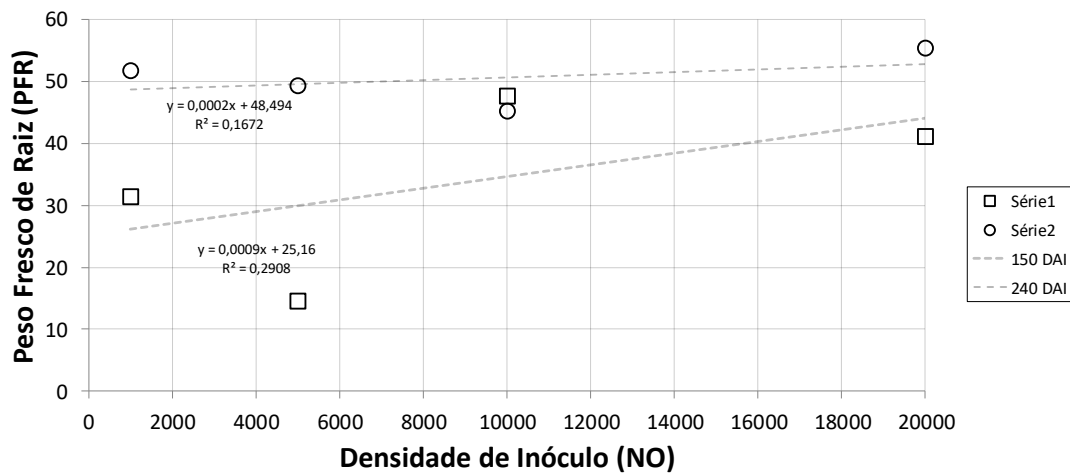


Figura 10. Peso fresco de raiz (PFR) do clone resistente "194" de *C. canephora* em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

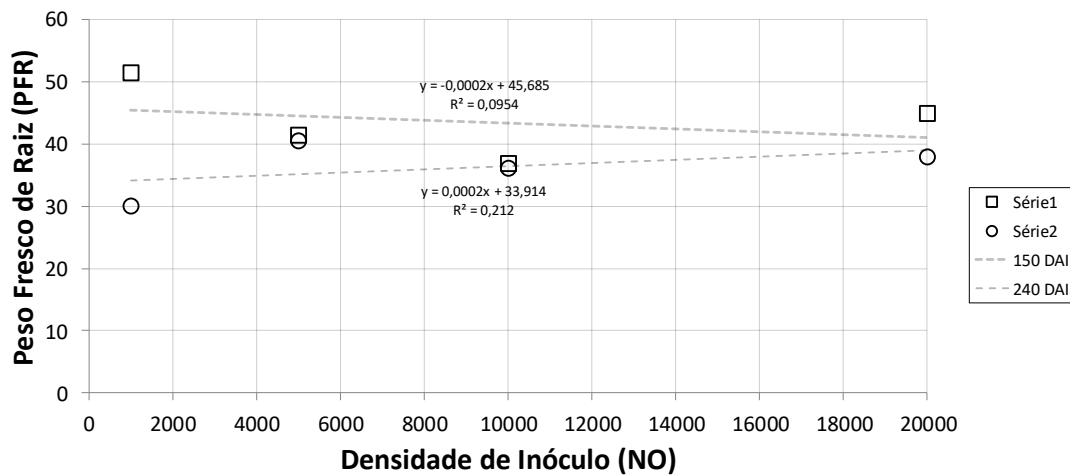


Figura 11. Peso fresco de raiz (PFR) da linhagem suscetível de *C. arabica* variedade Obatã 1669-20 em função de diferentes densidades de inóculo de *M. incognita* (Est I2) aos 150 (□) e 240 (○) dias após a data de inoculação (DAI).

Os resultados do presente trabalho corroboram aqueles obtidos por Machado et al. (2015), que também testaram o tempo de incubação (data de avaliação após inoculação) e densidade de inóculo de *M. incognita* na resistência de cafeeiro Arábica cv. Mundo Novo (suscetível). Os autores observaram que a partir dos 90 DAI, verificou-se hierarquização das densidades populacionais utilizadas, sendo as menores, entre 1 e 4 ovos por cm<sup>3</sup> de solo, sempre melhores em termos de FR. Já a partir de 90 DAI, não houve interferência da data de avaliação nos resultados, desde que respeitadas as menores densidades populacionais do nematoide. Entretanto, com densidades muito elevadas, acima de 8 ovos por cm<sup>3</sup> de solo, os autores encontraram grande variação entre os FRs, sendo, de maneira geral, mais baixos.

Comparando os resultados de Machado et al. (2015) com os resultados do presente trabalho podemos verificar que as densidades de 1000 e 5000 ovos/vaso de oito litros corresponderiam a uma inoculação de 0,125 e 0,625 ovos/cm<sup>3</sup>, respectivamente, combinando a níveis de inóculo aproximadamente dez vezes menores que os encontrados nos melhores resultados de Machado et al. (2015). Isto demonstrando que a simples conversão das unidades de medida (litro vs centímetro cúbico) no momento da instalação de experimentos não proporciona o mesmo padrão de resposta de resistência das plantas, pois no presente trabalho os maiores níveis de inóculo (10000 e 20000) obtiveram FR<1 em todos os tratamentos, e estes corresponderiam a valores de 1,25 a 2,5 nematoides/cm<sup>3</sup>, uma baixa densidade que permitiram valores de FR>1 no café arábica cv. Mundo Novo no experimento de Machado et al. (2015).

Fica evidente, portanto, a necessidade de padronização que ensaios de resistência de plantas aos nematoides requerem, inclusive nas unidades de medida expressas nos resultados, pois as comparações se tornam mais difíceis. Neste trabalho foi verificado que aos 150 DAI, e utilizando as menores densidades de inóculo, entre 1000 e 5000 ovos de *Meloidogyne incognita* (Est I2) foram obtidos os resultados que melhor expressaram os níveis de resistência dos genótipos de cafeeiros avaliados. Machado e colaboradores (2015), sugerem que populações iniciais muito elevadas de nematoide, principalmente se tratando de espécies mais agressivas, podem danificar severamente as raízes da planta hospedeira e causar substancial competição entre os indivíduos por sítios de alimentação do hospedeiro, fazendo com que o fator de reprodução, ao final do experimento, fique abaixo de 1,0, o que caracterizaria uma reação de resistência, mesmo em plantas suscetíveis ao nematoide (GRECO & DI VITO, 2009). Entretanto, pode-se supor que para isolados eventualmente menos agressivos, como de *M. exigua*, por exemplo (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001), as densidades de inóculo utilizadas podem ser impróprias para avaliação da resistência.



Devido a detecção de *Meloidogyne exigua* associado ao cafeeiro em Rondônia (VIEIRA JUNIOR et al., 2015) e a falta de levantamentos mais completos e detalhados seja possível a existência de outras espécies e raças de *Meloidogyne* associadas a cultura do café no estado, onde novos ensaios de calibração de inóculo para avaliação da resistência de genótipos de cafeeiro poderão ser necessários no futuro. Este trabalho possui grande relevância para as pesquisas nematológicas em Rondônia, pois esta metodologia testada e validada está sendo agora utilizada em programas de melhoramento genético do cafeeiro visando a resistência à *M. incognita* (Est I2) no estado.

#### 6.4. Conclusão

A densidade do inóculo de *M. incognita* (Est I2) e o período de incubação e avaliação afeta a classificação da resistência dos clones “750” e “194” de *C. canephora* e da linhagem de *C. arabica* da variedade Obatã. As menores densidades de inóculo, entre 1000 e 5000 ovos/planta e as avaliações até os 150 DAI são mais indicadas para avaliação da resistência do cafeeiro ao nematóide.

#### 6.5- Referências Bibliográficas

ALPIZAR, E.; ETIENNE, H. & BERTRAND, B. (2007). Intermediate resistance to the *Meloidogyne exigua* root-knot nematode in *Coffea arabica*. *Crop Protection*, 26:903–910.

ANDREAZI, E.; HIROSHI, G. S.; TADEU, R. F.; SERA, T.; HARUMI, L. S.; BRANDET, E.; GIMENEZ, F. C.; CESAR, F. C.; ROBERT, R. C. F.; MARIUCEI, V. J. Resistência ao Nematóide *Meloidogyne Paranaensis* das Cultivares De Café Ipr 100 e Apatã Iac 2258 em Diferentes Níveis de Inóculo. **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Salvador – BA. 2013.

ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In.: Ferraz L. C. C. B. et al. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Embrapa Soja. Londrina-PR. 200.

BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n.3, p.553, 1981.

BRASS, F.E.B. Aspectos biológicos do *Meloidogyne* spp. relevantes à cultura de café. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, vol.7, n.14, p.1-7, 2008.

CANTERI, M. G., R. A. ALTHAUS, J. S. VIRGENS FILHO, E. A. GIGLIOTI & C. V. GODOY. 2001. SA SM - AGRI: **Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan**. Revista Brasileira de Agrocomputação, 1 (2): 18-24.

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

CARNEIRO, R. M. D. G.; TIGANO, M. S.; RANDIG, O.; ALMEIDA, M. R. A.; SARAH, J. L. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: *Meloidogynidae*) on coffee from Brazil, Central America and Hawaii. **Nematology**, v.6, n.2, p.287-298. 2004.

CARREIRA, J. C.; BRITO, A.C.C.; RUDKE, A. P.; BORGES, H. R. M.; BEZERRA, R. R.; SANTOS, A. M. **Análise geomorfológica do município de Ji-Paraná/RO**. Disponível em:<<http://faesa.br/sea/trabalhos/ANÁLISE%20GEOMORFOLÓGICA%20DO%20MUNICÍPIO%20DE%20JI-PARANÁ,%20RO> .pdf> Acesso em: 05/09/2016.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, Safra 2016, n.2 - Segundo Levantamento, Brasília, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_10\\_15\\_13\\_24\\_boletim\\_cafe\\_-\\_maio\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_10_15_13_24_boletim_cafe_-_maio_2016.pdf)> Acessado em: 28/08/2016.

COOLEN, W. A.; D'HERD, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent State Nematology and Entomology Research Station**, 1972. 72p.

CHRISTOPHERS, A. E. P.; PATEL, M. N.; BENSON, J. A.; SAKA, V. W.; EVANS, A. A. F.; WRIGHT, D. J. A rapid field-laboratory bioassay to assess the infectivity of *Meloidogyne* spp. second stage juveniles. **Nematologica**, Leiden, v. 43, n. 1, p. 117-120, Jan. 1997

KRZYZANOWSKI, A. A.; FIGUEREIDO, R.; SANTIAGO, D.C.; FAVORETO L. Levantamento de espécies e raças de *Meloidogyne* em cafeeiros no Estado do Paraná. In: 2º Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Resumos Expandidos... Vitória, BR. Embrapa.. pp. 1175-1181, 2001.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Mol Gen Genet*, v.261, p. 259-266, 1999.

LIMA, E.A.; FURLANETTO, C.; SOUSA, M.G.; MENEZES, A.C.M.; SOUZA, F.R.; ALMEIDA, M.R.A.; SÉRGIO JÚNIOR, A.; FERRÃO, M.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. Resistência múltipla e resposta de hipersensibilidade do cafeeiro 'Conilon 14' a *Meloidogyne* spp. In **Analys of the 8th Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**; Vol 8; Salvador, 2013

LIMA, E.A., FURLANETTO, C., NICOLE, M., GOMES, A. C., ALMEIDA, M. R. A., JUNIOR, A. J., CORREA, V. R., SALGADO, S. M., FERRÃO, M. A. G., & CARNEIRO, R. M. D.G. The multi-resistant reaction of droughttolerant coffee 'Conilon clone 14' to *Meloidogyne* spp. and late hypersensitive-like response in *Coffea canephora*. **Phytopathology**, aceito para publicação, <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0232-R> (2015).

LIMA, M. M. A.; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L. C.; TRISTÃO, R. O. Estudo comparativo do ciclo de *Meloidogyne incognita*, raça 3, em Mundo Novo e Apoatã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.128-129.

LIMA, I.N.; SOUZA, R.M.; SILVA,C.P. and CARNEIRO, R.M.D.G. *Meloidogyne* spp. From preserved areas of Atlantic forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira** 29:31-38. 2005.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; FAZUOLI, L. C. Levantamento de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiros no estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). **Anais**. Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. (CD-ROM), p. 1182-1187

LORDELLO, L. G. E.; HASHIZUME, H. Suscetibilidade da variedade Konillon de *Coffea canephora* a um nematoide. **Revista Agrícola**. v.46, p.157-158, 1971.

LORDELLO, L. G. E.; MELLO FILHO, A. T. Mais um nematoide ataca o cafeeiro. **Revista Agrícola**. v.45, n.3, p.102, 1970.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoídes das plantas cultivadas**. 8ª ed. São Paulo, Ed. Livraria Nobel, 1984, 314p.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematoídes. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 222, 1976.

MACHADO, A. C. Z. et al. Ajuste De Datas De Avaliação E Densidades Populacionais De *Meloidogyne Incognita* Visando A Avaliação Da Resistência De Cafeeiros. In: **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Curitiba – PR, p. 3, 2015.

MARCOLAN, A. L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).

MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p.

MATIELLO, J. B. **Café conilon (como plantar, tratar, colher, preparar e vender)**. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ, 1998. 162 p.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Fenóis, peroxidase e polifenoxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.4-6.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial (produtividade e qualidade - genética e melhoramento do cafeeiro)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 99 p. 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Previsão da safra brasileira de café 2006/2007: primeira estimativa.**

Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spc.htm>>. Acesso em: 15 maio de 2015.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. Meloidogyne Species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. Rootknot nematodes. **Wallingford: CAB International**, 2009. p. 1-17.

MOURA, R.M. O gênero Meloidogyne e a meloidoginose parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 5:281-315. 1997.

MUNIZ, M.D.S., CAMPOS, V.P., GONÇALVES, W. ALMEIDA, M.R.A., SOUSA, F.R..., MOITA, A. W., and CARNEIRO, R. Reaction of coffee genotypes to diferente populations of Meloidogyne spp.: detection of a naturally virulent M. exigua population. **Tropical Plant Pathology** 34:370-378, 2009.

MUNIZ, M.F.S., V.P. CAMPOS, A.W. MOITA, W. GONÇALVES & R.M.D.G. CARNEIRO. Reação de genótipos de cafeeiro a populações de Meloidogyne exigua: detecção de virulência natural ao gene Mex-1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 27, Goiânia. **Resumos**, p. 84-85, 2007.

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

OOSTENBRINK, M. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants.** Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen, v.6, p.1- 46, 1966.

REVERSAT, G. Consumption of food reserves by starved second-stage juveniles of Meloidogyne javanica under conditions inducing osmobiosis. **Nematologica**, Leiden, v. 27, n. 2, p. 207-214, 1981.

ROESE, A. D.; OLIVEIRA, R. D. de. L. & OLIVEIRA, D. S. (2007). Variabilidade Fisiológica em Populações de Meloidogyne paranaensis. **Fitopatologia Brasileira**, 32:40-43.

RONDÔNIA. Secretária de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDA, Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia. **Atlas geoambiental de Rondônia**, v2. 74p. Porto Velho, Rondônia: Imediata, 2001.

SALGADO S. M. L., REZENDE J. C. Manejo de fitonematoides em cafeeiro. In: Reis PR, Cunha RL (Eds.) **Café Arábica: do Plantio à Colheita**, Volume 1. Lavras, BR. EPAMIG. pp. 757-804., 2010.

SAUNDERS, D. O. Patogenicidade de Populações de *Meloidogyne incógnita*, provenientes de Minas Gerais e São Paulo, ao cafeeiro. 2006 75 f. **Tese** (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2006.

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L.C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.459-461.

VIEIRA JUNIOR, J. R. et al. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. **Comunicado Técnico**, 332. ISSN 0103-9458, 2008. Disponível em: <www.cpafrro.com.br>. Acesso em 15 de maio de 2015.

VIDAL, R. O. et al. A high-throughput data mining of single nucleotide polymorphisms in *Coffea* species expressed sequence tags suggests differential homeologous gene expression in the allotetraploid *Coffea arabica*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 154, n. 3, p. 1053-1066, 2010.

VILLAIN, L.; ANZUETO, F.; SARAH, J.L. Resistance to root-lesion nematodes in *Coffea canephora*. **Nematology**, v. 4, n. 2, p. 157-158, 2002.

VILLAIN, L.; ARIBI, J.; RÉVERSAT, G. & ANTHONY, F. (2010) A high-throughput method for early screening of coffee (*Coffea* spp.) genotypes for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Europe Journal Plant Pathology**. 128:451-458.

VILLAIN, L.; SARAH, J.L.; HERNÁNDEZ, A.; BERTRAND B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P.; CHARMETANT, P.; ANZUETO, F.; CARNEIRO, R. M. D. G. Diversity of root-knot nematodes parasitizing coffee in Central America. **Nematropica** v. 43, n.2, 2013.

ZAMBOLIM L.; JESUS JUNIOR W. C. de. **Danos causados pelas doenças de plantas.**  
In.:ZAMBOLIM L.; JESUS JUNIOR W. C. de.; PEREIRA O. L.. O Essencial da  
Fitopatologia – Agentes Causais. Vol. 1. UFV. Viçosa-MG. 2012.

ZAMORA, G. & SOTO, B. Árboles usados como sombra para café y cacao. **Revista Cafetalera**, p. 27-32, 1976.

WILLIAMSON, V. M.; HUSSEY, R. S. Nematode pathogenesis and resistance in plants.  
**Plant Cell**, n.8, pag.1735-1745, 1996.

## 7. CAPÍTULO 2: Reação de Clones de *Coffea canephora* da cultivar BRS Ouro Preto ao Nematóide-das-galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2)

### RESUMO

Na Amazônia Ocidental, o *Coffea canephora* Pierre é a principal espécie cultivada, uma vez que apresenta boa adaptação ao clima e solos da região. Entre os fatores que limitam a produtividade desse cultivo, a Meloidogynose, causada pelo nematóide-das-galhas, é uma doença agressiva e incidente no Estado de Rondônia. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação dos quinze clones de *C. canephora* pertencentes a cultivar BRS Ouro Preto à *M. incognita* (Est I2). Para isso, seis mudas com seis meses de crescimento em viveiro, de cada um dos clones da cultivar foram transferidas para vasos contendo substrato esterilizado, em casa de vegetação. Seguindo o mesmo delineamento, Três genótipos clonais selecionados da cultivar IAC Apatã (*C. canephora* variedade botânica Robusta) serviram de testemunhas resistentes e mudas de *C. arabica* Obatã IAC 1669-20 e tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Santa Clara (20 dias de germinação) de testemunhas suscetíveis, totalizando 120 vasos. Uma suspensão de 10ml contendo 5000 ovos do *M. incognita* foi inoculada em cada planta, que após 150 dias foram avaliadas quanto ao peso fresco (PF), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e o fator de reprodução do nematóide (FR= população final/população inicial). Com exceção do clone K98M-0061, que apresentou incidência de galhas (29,17), todos os clones da variedade BRS Ouro Preto apresentaram resistência em níveis equivalentes aos das testemunhas da var. Apatã (FR <1) e bom desenvolvimento radicular. Pode-se concluir que a composição total de clones da variedade BRS Ouro Preto é resistente e ao *M. incognita* em Rondônia.

**Palavras-chave:** Fitonematóide, Café, Resistência, Seleção de plantas

### 7.1 Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de café (*Coffea* spp.) do mundo, utilizando uma área total para a produção de 1.942,1 mil hectares (CONAB, 2016). O estado de Rondônia possui o maior parque cafeeiro da Região Norte do país, sendo o segundo maior produtor brasileiro de café conilon (*Coffea canephora*), atrás apenas do Espírito Santo (CONAB, 2016).



Além das condições edafoclimáticas, outros fatores podem limitar a produtividade do café Conilon, tais como a ocorrência de pragas e doenças (FAGANELLO, 2006). Dentre as doenças que prejudicam a cultura do café, aquelas causadas por nematoides parasitas de plantas podem reduzir aproximadamente 15% da produção mundial e 20% da produção brasileira (ITO, 2008). Em meio às espécies de fitonematóides que apresentam importância econômica em diversos cultivos em todo mundo, as do gênero *Meloidogyne*, também conhecidas pelo nome genérico de “Nematoide-das-galhas”, são responsáveis por aproximadamente 75% das perdas (LORDELLO, 1984).

Nos últimos anos, estudos de levantamento mostraram uma extensiva gama de *Meloidogyne* spp. capaz de parasitar as raízes do cafeeiro e que a distribuição das espécies diferia muito de um país ao outro, sendo tais espécies amplamente distribuídas em cafezais no Brasil, onde causam danos e perdas consideráveis, de acordo com a espécie, a densidade populacional e a suscetibilidade da cultivar (BARROS et al., 2014; CONTARATO et al., 2014; SALGADO; REZENDE, 2010). Atualmente, 18 espécies já foram descritas parasitando o cafeeiro no mundo (HUMPHREYS-PEREIRA et al., 2014). Cinco delas ocorrem nos cafezais brasileiros: *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. exigua* Goeldi, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. paranaensis* Carneiro (SALGADO et al., 2015), sendo todas classificadas como pragas não-quarentenárias regulamentadas (BRASIL, 2009), ou seja, sua disseminação entre lavouras e regiões deve ser impedida mediante a proibição da comercialização de mudas contaminadas.

No Brasil, *M. incognita* é considerado como uma das mais prejudiciais ao cafeeiro, pois os danos por ele provocados não só podem levar a planta à morte como expõem o sistema radicular das plantas ao ataque de outras doenças e reduzem a capacidade da planta em absorver água, deixando-a mais suscetível à seca, que ocorre entre maio e setembro, como vêm sendo observado no que tange à ocorrência de fusariose e rhizoctoniose em plantios de até dois anos de idade em Rondônia (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015).

Embora o *C. canephora* seja considerado mais resistente a nematoides do que o *C. arabica* (BARBOSA, 2014, ITO, 2008), Vieira Junior e colaboradores (2008) relatam a ocorrência e os sintomas do nematoide-das-galhas em diferentes municípios do Estado de Rondônia. Em estudo recente foram confirmadas duas espécies principais parasitando *C. canephora* em áreas produtoras de Rondônia, sendo *M. exigua* e *M. incognita* as descritas. Dessas, *M. incognita* apresenta maior ocorrência no total de municípios avaliados (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015). Em outro estudo, a espécie *M. incognita* também foi identificada em amostra de raízes de cafeeiros provenientes de cinco lavouras localizadas nos municípios de Cacoal (duas áreas), Nova Londrina, Ji-Paraná e Ouro Preto do Oeste, demonstrando ser uma

das espécies associadas à cafeicultura no estado (PISSINATI et al., 2015). Acredita-se, portanto, que *M. incognita* seja a espécie mais distribuída e mais importante no estado de Rondônia.

Com o intuito de atender a cafeicultura regional, a Embrapa Rondônia lançou em 2012 uma cultivar sintética, composta por 15 clones de *C. canephora*, denominada BRS Ouro Preto (RNC/MAPA Nº 29486). Dentre as características dessa cultivar destacam-se a maturação uniforme de seus frutos, menor bienalidade, produtividade média de 70 sacas/hectare de café beneficiado em condições de média tecnologia, grãos graúdos, boa bebida, tolerância às doenças e aos principais estresses abióticos (baixa altitude, médias elevadas de temperatura e umidade relativa, deficiência hídrica anual média a acentuada (DHA=150-200 mm) (RAMALHO et al., 2015). Apesar da variedade lançada oferecer níveis adequados de resistência a ferrugem e a cercosporiose (SERA et al., 2006; VIEIRA JUNIOR et al., 2015), ainda não se conduziu estudo para se avaliar a reação dos clones que compõem essa cultivar às espécies de *Meloidogyne* incidentes no estado.

Devido ao potencial dessa cultivar para plantio no estado de Rondônia, e a importância do nematoide-das-galhas para a cafeicultura rondoniense, objetivou-se com esse trabalho caracterizar os clones da cultivar “BRS Ouro Preto” quanto a resistência ao nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est I2).

## 7.2 Material e Métodos

Para obtenção de inóculos de *M. incognita* foram coletadas amostras de nematóide retiradas na projeção da copa de plantas naturalmente infestadas, localizadas em lavoura de café do município de Ji-Paraná, RO. O inóculo foi então multiplicado em casa de vegetação inoculando-se plantas de tomate cv. Santa Clara, a partir de massas de ovos provenientes de uma única fêmea.

Com o estabelecimento da amostra pura, foi realizada a caracterização enzimática do perfil de esterases utilizando a técnica de eletroforese (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001) no laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado - RS. O reconhecimento de um único padrão de esterase possibilitou identificar *Meloidogyne incognita* (Est I2) em amostra pura. Em etapa seguinte, mudas dos quinze clones que fazem parte da cultivar de *C. canephora* “BRS Ouro Preto” (K98M-0016; 0057; 0061; 0069; 0073; 0088; 0089; 0125; 0130; 0160; 0167; 0187; 00189; 00197; 0199) com seis meses de idade foram transplantadas para vasos de polietileno (capacidade 8 litros) contendo substrato esterilizado, composto por areia, vermiculita, solo natural e composto orgânico (1:1:1:1). Duas semanas após o

transplântio das mudas, procedeu-se à extração de ovos das plantas de tomate utilizando-se a técnica de Hussey e Barker (1973).

Cada planta de café (ou vaso) foi inoculada separadamente com uma suspensão de 10ml contendo 5.000 ovos de *M. incognita* (Est I2). Como testemunhas resistentes foram avaliadas três genótipos clonais ('A1322', 'A1326', 'A1327'), selecionados para resistência a *M. incognita* na cultivar IAC Apoatã (*C. canephora* variedade botânica Robusta), e como testemunhas suscetíveis foram utilizadas a variedade de *C. arabica* Obatã IAC 1669-20 (RNC/MAPA Nº 2956) proveniente do cruzamento (Sarchimor x Catuaí), bem como plântulas de tomateiro cv. Santa Clara. As plantas de cafeeiro foram inoculadas após transplântio aos seis meses de idade e as de tomateiro aos vinte dias de idade. Os ensaios foram realizados em casa de vegetação "modelo capela", estrutura em madeira beneficiada, cobertura de filme plástico anti UV de 120 micras com ventilação frontal e lateral livre localizada na Universidade Luterana do Brasil no município de Ji-Paraná (10°51'44.36"S, 61°57'29.33"O) (Figura 12).



Figura 12. Clones de *C. canephora* das cultivares BRS Ouro Preto e Apoatãs conduzidas em vasos de oito litros em condições de estufa avaliados quanto a reação ao nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est I2).

Decorridos 90 dias da data de inoculação (DAI) as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto à reação a *M. incognita* (Est I2). Já a avaliação das plantas de café ocorreu aos 150 dias após a data de inoculação. Para tanto, as raízes de cada planta foram separadas da parte aérea, lavadas, pesadas, avaliadas quanto ao número de galhas e processadas (HUSSEY; BARKER, 1973) para avaliação do número de ovos e determinação do fator de reprodução ( $FR = \text{população final} / \text{população inicial}$ ) nos diferentes genótipos. Foram consideradas resistentes as cultivares com  $FR < 1,00$ , imunes com  $FR = 0,00$  e suscetíveis com  $FR > 1,00$  (OOSTENBRINK, 1966).

Para auxiliar na interpretação dos dados, os valores de FR foram utilizados para classificar a reação das plantas de café à *M. incognita* pelos critérios de Seinhorst (1967), em que plantas com  $FR < 1$  são consideradas más hospedeiras (MH), com  $FR \geq 1$  boas hospedeiras (BH), e  $FR = 0$  não hospedeiras (NH). A suscetibilidade das plantas também foi classificada seguindo o critério preconizado por Sasser et al (1984), em que plantas que apresentam número de galhas em todo o sistema radicular menor que dez são consideradas resistentes (R) e maiores ou igual a dez como suscetíveis (S). Para quantificar a resposta de resistência foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com seis repetições para cada tratamento (clone), considerando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = u + G_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = observação do i-ésimo clone na j-ésima repetição,  $u$  = média geral,  $G_i$  = efeito do i-ésimo clone  $e_{ij}$  = erro aleatório que incide no i-ésimo clone e na j-ésima repetição. Para testar a hipótese de igualdade entre as médias de grupos foi utilizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Para tanto, considerou-se parcela experimental uma única planta (ou vaso) e cada genótipo foi avaliado em 6 plantas (ou vasos).

Visando quantificar a proporção da variância total devida aos efeitos de genótipos (clones) e de ambiente (erro) foram obtidas as estimativas da variância genotípica, ambiental e fenotípica a partir do método de estimação de mínimos quadrados (CRUZ et al., 2012). A partir dos componentes de variância foram estimadas a herdabilidade em sentido amplo, os coeficientes de variação genotípico e ambiental e a correlação intraclassa (CRUZ et al., 2012). A herdabilidade em sentido amplo mensura a proporção relativa entre os efeitos genotípicos e ambientais na expressão das características. É considerado o componente mais importante das estimativas de progresso genético obtidos com a propagação assexuada, o que segundo Vencovsky e Barriga (1992), pode ser estimada pela expressão:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Em que  $h^2$ : é a herdabilidade em sentido amplo,  $\sigma_g^2$  : é a variância genotípica,  $\sigma_e^2$  : é a variância ambiental. O coeficiente de variação ambiental, estimado pela relação entre a raiz da variância ambiental e a média do experimento foi utilizado para se dimensionar a precisão do experimental. Por sua vez, o coeficiente de variação genético, estimado pela relação entre a raiz da variância genotípica e a média do experimento foi interpretado para verificar a predominância do componente genético na expressão dessa característica.

### 7.3 Resultados e Discussão

De acordo com o teste F da análise de variância, os efeitos de clones, de testemunhas e do contraste clones x testemunha foram significativos a 1 % de probabilidade, para o peso fresco da raiz (PFR), o número de galhas (NG), o número de ovos (NO) e o fator de reprodução do nematóide *M. incognita* (FR) (Tabela 3). A significância do efeito do contraste clones x testemunha indica que os três clones de *C. canephora* variedade Apatã, e a linhagem de *C. arabica* da linhagem Obatã IAC 1669-20 apresentaram diferenças significativas em comparação com os genótipos avaliados.

O coeficiente de variação que pondera a média do experimento e a variância do resíduo foi interpretado para quantificar a precisão do experimento (Tabela 4). Quando não se tem conhecimento prévio da dificuldade de mensuração de uma característica o coeficiente de variação pode ser classificado segundo critério proposto por Pimentel Gomes 2009, que classifica valores de coeficiente de variação entre 20 e 30 como associados a uma alta dispersão dos dados. Observou-se que as estimativas do coeficiente de variação foram equivalentes as obtidas por Ito et al., 2008 e Gonçalves et al., 1996, que devido a heterogeneidade de variância as avaliações provenientes de contagem foram transformadas utilizando a raiz quadrado do valor original.

A clonagem das plantas, seja pelo plantio de estacas ortotrópicas ou por cultura de tecidos, permite explorar o valor genotípico completo do indivíduo. As magnitudes da variância genotípica e da variância ambiental indicam uma predominância do efeito de genótipos na expressão desta característica, resultado da expressão genética diferenciada entre clones da variedade. As estimativas de herdabilidade de 0,7 para PFR, de 0,93 para NG, de 0,55 para NO e de 0,75 para o FR indicam a predominância do componente genotípico na expressão dessas características. (Tabela 4). As testemunhas suscetíveis representadas pelo tomateiro cv. Santa Clara e o café arábica comportaram-se como bons hospedeiros (BH) à *M. incognita* aos 90 DAI (tomate) e 150 DAI (café arábica), promovendo elevado fator de reprodução  $FR > 1$  (11,71 e 1,3, respectivamente) e elevado número de galhas (791 e 34, respectivamente), comprovando a patogenicidade do inóculo do nematoide utilizado neste experimento.

Os quinze genótipos clonais da cultivar “BRS Ouro Preto” reagiram de forma resistente à *M. incognita* aos 150 DAI, apresentando fator de reprodução menor que um ( $FR < 1$ ), sendo classificados como más hospedeiras (SEINHORST, 1967) (Tabela 5). No entanto, o clone K98M-0061 comportou-se como suscetível (S) pela classificação de Sasser (1984), em relação ao número de galhas produzidas nas raízes do cafeeiro. Moura e

colaboradores (1997) relatam que a presença de galhas é um aspecto sintomatológico da resposta de resistência das plantas, e que não devem ser consideradas isoladamente na avaliação de resistência, pois plantas resistentes também podem formar galhas na presença do nematóide em ensaios de resistência.

Tabela 3. Resumo da tabela de análise de variância do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematóide *M. incognita* avaliado em 15 clones de *C. canephora* cv. Conilon ‘BRS Ouro Preto’ em comparação com quatro testemunhas.

FV	GL	PFR	NG <sup>1</sup>	NO <sup>1</sup>	FR
Tratamentos	18	4,54**	23,49**	9,89**	11,68**
Clones	14	3,44**	15,19**	2,26*	4,17**
Testemunhas	3	9,67**	69,75**	37,57**	48,79**
Clones vs Testemunha	1	4,50*	4,01*	33,69**	5,60*
Resíduo	95				
Total	113				
Média <sub>Geral</sub>		36,76	5,39	1,78	0,36
Média <sub>Clones</sub>		35,78	4,64	1,86	0,37
Média <sub>Testemunhas</sub>		40,46	8,17	1,48	0,30

<sup>1</sup>Dados transformados para a raiz quadrado do valor. \*\*: significativo a 1% de probabilidade

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros genéticos do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematóide *M. incognita* (Est I2) avaliado em 15 clones de *C. canephora* da cv. Conilon ‘BRS Ouro Preto’.

Parâmetros genéticos	PFR	NG	NO	FR
$\sigma_g^2$	52,76	1,23	0,04	0,01
$\sigma_e^2$	15,35	0,08	0,02	0,00
$\sigma_p^2$	37,41	1,15	0,02	0,01
$h^2$	70,91	93,41	55,72	75,99
$\hat{\rho}$	28,89	70,28	17,34	34,54
$CV_g$	17,10	61,40	11,03	26,94
$CV_e$	26,11	39,17	25,84	32,74
$CV_g/CV_e$	0,65	1,57	0,43	0,82

$\sigma_g^2$ : variância genotípica,  $\sigma_e^2$ : variância ambiental,  $\sigma_p^2$ : variância fenotípica,  $h^2$ : herdabilidade para seleção baseado na média dos genótipos,  $\hat{\rho}$ : correlação intraclasse,  $CV_g$ : coeficiente de variação genotípico,  $CV_e$ : coeficiente de variação ambiental,  $CV_g/CV_e$ : razão entre os coeficientes de variação genotípico e ambiental.

Em trabalho realizado por Silva e colaboradores (2006) também foi verificado que parte dos clones considerados resistentes ( $FR < 1$ ) se comportaram como suscetíveis em relação ao número de galhas. Este fato sugere que apesar do nematoide ter induzido a formação de galhas, o parasita reproduziu-se muito pouco, em todos os clones avaliados neste trabalho (Tabela 5).

Tabela 5. Peso fresco de raiz (PFR), número de galhas (NG), número de ovos (NO), fator de reprodução (FR) e reação de clones de *C. canephora* da cultivar “BRS Ouro Preto”, três clones padrão para resistência selecionados em cv. IAC Apatã e da cv. Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* em relação ao padrão para susceptibilidade ao nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est I2) 150 dias após a inoculação com 5000 ovos do nematoide/planta

Clones	PFR <sup>a</sup>	NG <sup>b</sup>	C <sup>1</sup>	NO <sup>c</sup>	FR <sup>d</sup>	C <sup>2</sup>
K98M-0016	38,45b	1,50c	R	670c	0,27c	MH
K98M-0057	44,49a	2,00c	R	670c	0,19c	MH
K98M-0061	36,51c	29,17a	S	1000c	0,23c	MH
K98M-0069	37,87c	2,00c	R	650c	0,18c	MH
K98M-0073	22,81d	5,67b	R	1000c	0,33c	MH
K98M-0088	38,08c	3,50c	R	500c	0,15c	MH
K98M-0089	32,2c	5,00b	R	1170c	0,23c	MH
K98M-0125	37,79b	4,00b	R	1000c	0,20c	MH
K98M-0130	31,29c	2,50c	R	2000b	0,45b	MH
K98M-0160	35,28c	2,33c	R	670c	0,16c	MH
K98M-0167	24,53d	2,50c	R	500c	0,16c	MH
K98M-0184	52,9a	2,50c	R	1000c	0,28c	MH
K98M-0189	31,42b	1,50c	R	170c	0,00d	MH
K98M-0194	36,03b	1,33c	R	330c	0,21c	MH
K98M-0199	37,02c	2,83c	R	330c	0,11c	MH
Arabica Cv. Obatã	23,13d	34,00a	S	6500a	1,3 a	BH
Apatã 1322	51,51a	0,83c	R	0d	0,00d	NH
Apatã 1326	45,08a	1,17c	R	0d	0,00d	NH
Apatã 1327	42,09a	0,67c	R	0d	0,00d	NH
Tomaterio Sta. Clara	15,66	791	S	508000	11,71	BH

<sup>1</sup> Comportamento segundo Sasser et al. (1984), onde R= resistente e S= suscetível

<sup>2</sup> Comportamento segundo Seinhorst (1967), onde NH= não hospedeira; MH= má hospedeira e BH= boa hospedeira

<sup>a</sup> peso fresco de raiz; <sup>b</sup> número de galhas; <sup>c</sup> número de ovos; <sup>d</sup> fator de reprodução  
Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

Em relação as testemunhas de Apatã avaliadas neste experimento, todas foram classificadas como não hospedeiras ( $FR=0$ ), e não apresentaram a formação de galhas, ou apresentaram a formação de um número reduzido, sendo que todos os genótipos comportaram-se como resistentes (Tabela 5). Genótipos de *C. canephora* da variedade

botânica Robusta Apatã vem sendo utilizadas como alternativa no controle do nematoide-das-galhas, na forma de porta-enxerto ou não. Dentre estas, a cultivar IAC 2258 é recomendada para plantio em áreas infestadas com nematóides *M. exigua*, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. paranaensis* (ANDREAZI et al., 2013).

Em áreas infestadas pelo patógeno já foram encontrados resultados onde o rendimento médio de seis temporadas de genótipos suscetíveis não-enxertadas foi até 55% menos do que daqueles genótipos enxertadas sobre IAC Apatã 2258 (BARBOSA et al., 2014). Em estudo realizado sob uma área naturalmente infestada por *M. incognita* no Paraná, Diaz-Arieira et al. (2012) verificaram que 34 meses após o plantio a cultivar Iapar 59 enxertada em Apatã 2258 obteve produção de grãos 448% superior do que o tratamento com a cultivar Iapar 59 não enxertada. Este estudo demonstra a eficiência do porta-enxerto Apatã em manter a produção do enxerto, mesmo em áreas infestadas pelo nematóide.

No presente estudo, também foi possível verificar que os clones K98M-0057e K98M-184 obtiveram desenvolvimento de raiz (PFR= 44,48 e 52,89) semelhantes a testemunhas Apatã de acordo com o teste de agrupamento de média de Scott Knott a 5% de probabilidade. Os demais clones apresentaram seu sistema radicular menos desenvolvidos, com os dois menores valores de PFR identificados nos clones K98M-073 e K98M-167 (Tabela 5). Segundo Sera et al. (2006) existe possibilidade de êxito em selecionar clones que apresentem o sistema radicular mais volumoso, pois esta é uma característica favorável para uma boa cultivar porta-enxerto.

De acordo com Pasqualotto e colaboradores (2015), as estratégias de manejo para se reduzir a população de fitonematóides são: cultural, biológico, químico e genético, sendo o último o mais eficiente e viável economicamente. Portanto, a seleção de clones resistentes é uma das alternativas mais promissoras para minimizar o prejuízo causado por nematoides na cultura do café, pois possibilita a manutenção de populações do nematoide abaixo do nível de dano econômico (WANGAI et al., 2014).

Entretanto, é importante salientar que geralmente os níveis de resistência dos genótipos de café estão relacionados com as espécies e/ou raças de *Meloidogyne* associadas. Sera et al. (2006) verificou que 24 clones de *C. canephora* se apresentaram reação de resistência à *M. incognita* raça 1, mas quando expostos à *M. incognita* raça 2, apenas 12 clones se comportaram como resistentes.

Portanto, devido a incidência de outras espécies de *Meloidogyne* associadas ao cafeeiro no estado de Rondônia, torna-se necessário realizar novos ensaios a fim de se avaliar a reação da cultivar BRS Ouro Preto aos outros nematoides. Dentre eles, *M. exigua* é um dos



mais importantes, pois em levantamentos realizados no estado, esta espécie foi considerada a mais frequente em áreas produtoras de café (VIEIRA JUNIOR et al., 2015).

Além disso, um dos entraves da pesquisa nematológica com culturas agrícolas é a ausência de padronização metodológica em relação à melhor densidade populacional do nematoide, que consiga expressar os adequados níveis de resistência/ suscetibilidade dos genótipos, e à melhor data de avaliação, principalmente no caso de culturas perenes, como o café. Devido ao fato de espécies como *M. incognita* e *M. paranaenses* serem mais agressivas ao cafeeiro (ITO et al., 2008), Sera e colaboradores (2006) sugerem que esses nematoides deveriam ser testados com níveis baixos de inóculo, pois a pressão de inóculo poderia induzir uma planta resistente a se comportar como suscetível, gerando resultados equivocados.

Segundo Machado e colaboradores (2015), utilizando populações iniciais muito elevadas do nematoide, as raízes da planta hospedeira podem ser severamente danificadas pelo ataque do patógeno e há substancial competição entre os indivíduos por sítios de alimentação do hospedeiro, fazendo com que o fator de reprodução, ao final do experimento, fique abaixo de 1,0, o que caracterizaria uma reação de resistência, mesmo em plantas suscetíveis ao nematoide (GRECO & DI VITO, 2009).

Neste trabalho, foi utilizada uma concentração de 5000 ovos/vaso de oito litros, entretanto, novos experimentos com diferentes concentrações do nematoide, assim como, ensaios realizados em casa de vegetação e a campo devem ser realizados para se conhecer melhor a resposta de resistência dessa cultivar às diferentes espécies e raças do nematoides-das-galhas que parasitam o cafeeiro.

#### **7.4 Conclusão**

Todos os clones da cultivar BRS Ouro Preto podem ser considerados resistentes à *M. incognita* (Est I2) (FR<1) apesar do maior número de galhas observado no clone 61, indicando que essa cultivar é resistente ao patógeno. Os clones de café Apoatã avaliados não são hospedeiros de *M. incognita* (Est I2), e podem servir como importante ferramenta no controle do patógeno e em programas de melhoramento genético visando resistência a esse nematoide.

## 7.5 Referências Bibliográficas

- ANDREAZI, E.; SERA, G.H.; FARIA, R.T.; SERA, T.; SHIGUEOKA, L.H.; BRANDET, E.; CARVALHO, F.G.; CARDUCCI, F.C.; FORGERINI, R.R.C.; MARIUCCI JUNIOR, V. Resistência ao nematoide *Meloidogyne paranaensis* das cultivares de café IPR 100 e Apoatã IAC 2258 em diferentes níveis de inóculo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, VIII, Salvador. **Resumos Expandidos...**Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 515-518.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; RODRIGUES, W. P.; RODRIGUES FILHO, J. C.; BARROSO, D. G.; SILVA, T. R. C. Efeito da enxertia e do nematoide *Meloidogyne exigua* sobre o crescimento radicular e a produtividade de cafeeiros. **Coffee Science**, vol. 9 n. 4, pp. 427-434, 2014.
- BARROS, A.F.; OLIVEIRA, R.D.L.; LIMA, I.M.; COUTINHO, R.R.; FERREIRA, A.O.; COSTA, A. Root-knot nematodes, a growing problem for Conilon coffee in Espírito Santo state, Brazil. **Crop Protection**. v. 55, 74-79, 2014.
- BRASIL. Portaria nº47, de 26 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Níveis de tolerância de pragas para pragas não quarentenárias regulamentadas - PNQR.Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br> > Acesso em mar. 2016.
- CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Reação de cafeeiros „conilon“ a diferentes populações de *Meloidogyne* spp.. **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Vitória-ES. 2009.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; M. R. A. ALMEIDA. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides das galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.1, p.35 – 44, 2001.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Safra 2016**, Segundo Levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 02 ago. 2016.
- CONTARATO, C.; TOMAZ, M.A.; ALVES, F.R.; SOBREIRA, F.M.; JESUS JUNIOR, W.C; RABELLO, L.K.C.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G. Reaction of variedade coffee 'Vitória INCAPER 8142' of conillon to parasitism of *Meloidogyne exigua*. **IDESIA**. v.32, n.1, p.93-97, 2014.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE RONDÔNIA - DOE. 2016. Portaria IDARON Nº 558 DE 08/01/2016. 48p. Disponível em: < <http://www.diof.ro.gov.br> > Acesso em 02 ago. 2016.

DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Behavior of coffee plants IPR 100 and IPR 106 in soil infested with *Meloidogyne incognita*. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 10, n. 1, p. 251-255, 2012.

FAGANELLO, L., R. Fatores que influenciam a Qualidade do Café no Paraná. In: **PREMIA EXTENSAO RURAL**, 2., 2006, Santa Terezinha de Itaipu. 2 Premio de Extensão Rural. Santa Terezinha de Itaipu: Emater Pr, 2006. p. 1 - 41. Disponível em:<<http://www.emater.pr.gov.br>> Acesso em: 04 set. 2013.

ITO, D. S.; SERA, G. H.; SANTIAGO, D. C.; KANAYAMA, F. S.; GROSSI, L. D. Progenies de cafe com resistencia a nematoides *Meloidogyne paranaensis* e Raca 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science**, 3(2): 156-163, 2008.

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.; SILVAROLLA, M. B. Nematóides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: Ed. da UFV, 2001. p.199-268.'

HUMPHREYS-PEREIRA, D.A.; FLORES-CHAVES, L.; GOMEZ, M.; SALAZAR, L.; GOMES-ALPIZAR, L. ELLING, A.A. *Meloidogyne lopezin* sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a new root-knot nematode associated with coffee (*Coffea Arabica* L.) in Costa Rica, its diagnosis and phylogenetic relationship with other coffee-parasitising *Meloidogyne* species. **Nematology**, v.16, p.643-661, 2014.

GRECO, N. & DI VITO, M. Population dynamics and damage levels. In: PERRY, R. N., MOENS, M. & STARR, J. L. (Eds). **Root-knot nematodes**, CAB International, pp 246-274, 2009.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. B. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease**. v.57, p.1025-1028, 1973.

ITO, D. S.; SERA, G. H.; SANTIAGO, D. C.; KANAYAMA, F. S.; GROSSI, L. D. Progenies de café com resistência a nematóides *Meloidogyne paranaensis*. e Raca 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science**, 3(2): 156-163, 2008.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoídes das plantas cultivadas**. 8ª ed. São Paulo, Ed. Livraria Nobel, 1984, 314p.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematóides. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 222, 1976.

MACHADO, A. C., VANZO, G. L., DORIGO, O. F., SANTORO, P. H., & SILVA, S. A. D. (2015). Parasitismo de *Meloidogyne incognita* em arbóreas utilizadas no sombreamento de cafeeiros. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** Curitiba – PR, 2015.

MOURA, R.M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 5:281-315. 1997. OOSTENBRINK, Michiel. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants**. Mendeligen Landbouwhogeschool Wageningen, v.6, p.1- 46, 1966.

PASQUALOTTO, A. T.; SALGADO, S. M. L.; BOTELHO, C. E.; MENDES, A. N. G.; REZENDE, R. M.; DE SOUZA, S. R. Características Agronômicas de Progenies de Cafeeiro em Área Infestada por *Meloidogyne paranaensis*. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 392 - 401, jul./set. 2015.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PISSINATI, D. S.; NASCIMENTO, K. S.; SANTOS, A. V.; GOMES, C. B.; MEDINA, I. L.; ROCHA, R. B.. Caracterização bioquímica de espécies do Nematóide-das-Galhas (*Meloidogyne* spp.) em Cafeeiro no Estado de Rondônia, Brasil. RO. In: XXIX Congresso Brasileiro de Agronomia, 2015, **Resumo expandido...** Foz do Iguaçu - PR. Disponível em: <http://www.cba-agronomia.com.br/submiss%C3%A3o-de-trabalhos> Acesso em: 02/08/2016

RAMALHO, A. R., ROCHA, R. B., VENEZIANO W., SANTOS M.M. Cultivar de cafeeiro Conilon BRS Ouro Preto – características agronômicas e agroindustriais. **Comunicado Técnico**, 396. ISSN 0103-9458, 2015. Disponível em: <[www.cpafrro.com.br](http://www.cpafrro.com.br)>. Acesso em 15 de maio de 2016.

SALGADO, S. M. L.; REZENDE, J. C. Manejo de fitonematoides em cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: UFLA, 2010, pag. 757-804.

SALGADO, S. M. L. et al. *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne exigua* em lavouras cafeeiras na região sul de minas gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 475 - 481, out./dez. 2015

SASSER, J. N.; C. C. CARTER; K. M. HARTMAN.. **Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Cooperative publication of North Carolina State University and United States Agency for International Development, Raleigh, NC, 1984 .

SEINHORST JW (1967). The relationships between population increase and population density in plant-parasitic nematodes. II. Sedentary nematodes. **Nematol.**, 13: 157-171

SERA, G. H. et al. Progenies de *Coffea Arábica* cv IPR-100 resistentes ao nematóide *Meloidogyne paranaensis*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 43-49, 2007.

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 nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incógnita* raças 1 e 2. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n.2, p. 171-184, 2006.

SILVA, R. V., R. D. OLIVEIRA, P. S. FERREIRA, A. O. FERREIRA, AND F. A. RODRIGUES. Defense responses to *Meloidogyne exigua* in resistant coffee cultivar and non-host plant. **Tropical Plant Pathology**. 38(2):114-121, 2013.

SILVA, R.V., OLIVEIRA, R.D.L., PEREIRA, A.A. & SÊNI, D.J. Otimização da produção de inóculo de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro. *Nematologia Brasileira* 30:229-238. 2006.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIEIRA JUNIOR, J. R. et al. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. **Comunicado Técnico**, 332. ISSN 0103-9458, 2008. Disponível em: <www.cpafrro.com.br>. Acesso em 15 de maio de 2016.

VIEIRA JÚNIOR J.R. et al. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide-das-galhas-do-cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia – primeira atualização. **Comunicado Técnico**, 397. ISSN 0103-9458, 2015. Disponível em: <[www.cpafrro.com.br](http://www.cpafrro.com.br)>. Acesso em 15 de maio de 2016.

WANGAI, K.J.; NZESYA, M.J.; MAINA, M.W.; PETER, W.M.; ELIJAH, G.K. Reaction of selected coffee germplasm to root-knot nematodes in Kenya. **Journal of Natural Sciences Research**. v.4, n.3, p.68-75, 2014.

## 8. CAPÍTULO 3. Caracterização da resposta de resistência de clones de *Coffea canephora* das variedades botânicas Conilon, Robusta e Híbridos Intervarietais ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2).

### RESUMO

Dentre os fatores que limitam a produtividade do *Coffea canephora* Pierre na Amazônia Ocidental destaca-se a meloidogynose, causada por espécies do “Nematóide-das-Galhas”, dentre as quais, a mais importante e agressiva ao cafeeiro é *Meloidogyne incognita*. Esta espécie prevalece e encontra-se amplamente distribuída nos cafezais de Rondônia. Visando subsidiar a seleção de genótipos resistentes ao patógeno, neste trabalho caracterizou-se a reação à *M. incognita* (Est I2) de 32 genótipos de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon (703, 772, 729, 799, 792, 796, 968, 723, 890, 837, 46, 909, 694 e 160), Robusta (1111, 8152, 8192, 10141 e 8152) e híbridos intervarietais (750, 844, 1005, H56, 169, 657, H54, 453, 120, 193, 535, 482 e 636), provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa Rondônia, selecionados com base em seu potencial produtivo regional. Como testemunhas foram utilizados três genótipos clonais da cultivar IAC Apoatã – resistente (*C. canephora* variedade botânica Robusta) e genótipos da cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* - suscetível. Os experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação, inoculando-se seis mudas/genótipo de café avaliado, aos 15 dias após transplante em vasos com substrato esterilizado. Cada planta no vaso foi inoculada com 10 ml de suspensão contendo 5000 ovos do *M. incognita*, isolado proveniente de uma área produtora de *C. canephora* do município de Ji-Paraná/RO. Aos 150 dias após inoculação, foram conduzidas as avaliações de peso fresco das raízes (PFR), número de galhas totais (NG), número de ovos totais (NO) e o fator de reprodução do nematóide (FR= população final/população inicial). Ao contrário das testemunhas suscetíveis de café arábica e tomateiro (FR=1,2 e 31,3, respectivamente), os clones da variedade botânica Conilon 694, 160, 837, 46, 909, 890, Robusta 1111, 8152, 8192, 10141, 8152 e os materiais híbridos 844, 1005, 169, 54, 453, 120, 193, 636, todos considerados precoces quanto ao ciclo e maturação dos frutos, reagiram como resistentes à *M. incognita*, apresentando  $FR < 1$  e reduzido número de galhas ( $NG_{\text{médio}} < 10$ ). Os clones identificados como resistentes neste trabalho foram integrados ao programa de melhoramento genético do cafeeiro em Rondônia, visando o desenvolvimento de cultivares resistentes ao nematóide-das-galhas e mais adaptados às condições edafoclimáticas regionais.

**Palavras-chave:** Fitonematóide, Café, Resistência, Seleção de Plantas

## 8.1.Introdução

O Brasil é o principal exportador mundial de café (*Coffea* spp.), com participação de 33,48% no total exportado, em 2015, seguido pelo Vietnã, com 18,23% (ABIC, 2015). De acordo com os dados da quarta estimativa de acompanhamento da safra brasileira de café realizada pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016), o Brasil detém uma área total plantada de 2,22 milhões de hectares. Desse total, 272.786,5 hectares (12,3%) estão em formação e 1.950.677,6 hectares (87,7%) em produção.

Na safra de 2016, o país apresentou uma produção de 51,37 milhões de sacas beneficiadas, o que representa um crescimento de 18,8% comparada ao ano anterior (CONAB, 2016). São cultivadas no Brasil, duas espécies, dentro do gênero *Coffea*, que são comercialmente rentáveis, a *Coffea arabica* Linneaus (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta). Praticamente todo o parque cafeeiro nacional é formado pelo cultivo dessas duas espécies (DAVIS et al., 2011). Análises fenotípicas, isoenzimáticas e moleculares permitiram separar a espécie *C canephora* em dois grupos, denominados “Guineano” e “Congolês” (BERTHAUD, 1986; MONTAGNON; LEROY; YAPO, 1992). Plantas do grupo Guineano são chamadas de *Kouillou*, representando parte das variedades de café conilon. A denominação foi utilizada em homenagem ao rio Kouillou, localizado entre o Gabão e o Congo, região de origem do grupo.

Já as plantas do grupo Congolês são originadas de outras regiões e são chamadas de robusta, compreendendo a maior parte das variedades de café Conilon, (sub grupo SG<sub>1</sub>), o total de variedades Robusta (sub grupos SG<sub>1</sub>, SG<sub>2</sub>, B e C) e híbridos entre as duas variedades (sub grupo SG<sub>1</sub>) (BERTHAUD, 1986; MONTAGNON; LEROY; YAPO, 1992). Entretanto, nas áreas em que o café Robusta é cultivado no Brasil, ele ficou mais conhecido como café “Conilon”. O termo é uma adaptação linguística do nome da variedade *kouilou* de *C. canephora*, amplamente difundida nessas regiões (FERRÃO et al., 2007).

Atualmente, a área plantada com o café Robusta no Brasil é estimada em 463.734 hectares. Desse total, 424.773 hectares estão em produção e 39.011 hectares em formação. No Espírito Santo está a maior área, 286.371 hectares, seguido de Rondônia, com 94.561 hectares e logo após a Bahia, com 48.614,0 hectares (CONAB, 2016). O parque cafeeiro rondoniense é constituído em maioria pelas variedades botânicas 'Conilon' e 'Robusta' de *C. canephora*, plantados a partir de sementes e clones de origem genética desconhecida. Apenas uma pequena parte desse parque cafeeiro é composta por variedades de *C. arabica* L. (MARCOLAN et al, 2009; VENEZIANO; FAZUOLI, 2000). Rondônia é responsável por



aproximadamente 13,3% da produção brasileira de café do tipo “Robusta”, sendo o Espírito Santo o maior produtor nacional com 72,5% da produção (CONAB, 2016). A cafeicultura rondoniense apresenta relevância social, pois é a principal fonte de renda para 38.000 pequenas propriedades rurais, distribuídas em cinco pólos cafeeiros (MARCOLAN et al., 2009).

Entre os fatores que podem limitar a produtividade do cafeeiro, a incidência de pragas e doenças é considerada uma das mais importantes (LORDELLO, 1984). A redução estimada da produção mundial de café em consequência da ação dos fitonematoides é de 15% (SASSER, 1979). Neste contexto, nematoides do gênero *Meloidogyne* (GÖLDI, 1887), conhecidos vulgarmente como “Nematoide-das-Galhas” causam prejuízos econômicos à cultura. Devido a ampla disseminação das espécies de *Meloidogyne* spp. no território, aliada a alta capacidade reprodutiva e a agressividade à *Coffea* spp., atribui-se a *Meloidogyne* spp. reduções médias em torno de 20% da produção de café no Brasil (LORDELLO, 1976). Nos cafezais, os danos causados por *Meloidogyne* spp. variam com a espécie do patógeno, com a densidade populacional do patógeno no solo e com suscetibilidade da cultivar hospedeira, dentre outros fatores (SALGADO & REZENDE, 2010). Algumas espécies menos agressivas ao cafeeiro, como *Meloidogyne exigua* Goeldi, causam perdas de produtividade em lavouras que podem chegar a 45% (BARBOSA et al., 2004).

Cinco espécies do nematoide-das-galhas são relatadas nos cafezais brasileiros: *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. exigua* Goeldi, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. paranaensis* Carneiro (CARNEIRO et al., 2000; CAMPOS & VILLAIN, 2005; SALGADO et al., 2015). *M. incognita* é considerada a espécie mais importante atacando os cafezais do Brasil, não só pela sua agressividade ao cafeeiro, mas também pela sua ampla gama de hospedeiros, o que dificulta seu controle, revelando-se a espécie como o maior inimigo da cultura (BRASS et al., 2008). Sua importância ainda decorre de sua ampla disseminação em áreas cafeeiras; da elevada capacidade de danificar o sistema radicular; da persistência no solo; da suscetibilidade de *Coffea* spp. a esse patógeno; o que dificulta a implantação de novas áreas cultivadas com café e a manutenção das áreas infestadas (LORDELLO, 1984; GONÇALVES et al., 2004).

Segundo Lordello, (1984), *Meloidogyne* spp. causam danos ao sistema radicular que se exteriorizam em sintomas de galhas, fendilhamentos e escamações nos tecidos corticais, causando elevada desorganização dos tecidos das raízes. As deformações radiculares, conhecidas como galhas, são resultantes da excessiva multiplicação e crescimento de células (hiperplasia e hipertrofia, respectivamente) afetadas pelas “secreções” produzidas pelas glândulas esofagianas dorsais dos nematoides. Outros sintomas são: a paralisação do

crescimento da ponta da raiz, rachaduras e o descolamento do córtex. Na parte aérea, ocorrem sintomas de clorose, desfolha e declínio vagaroso. Como reflexo, se observa no campo sintomas de murcha das plantas durante as horas mais quentes do dia, queda prematura das folhas, menor produção e sintomas de deficiências de minerais. *M. incognita* é considerada a espécie mais agressiva e de mais difícil controle, pois destrói o sistema radicular, eliminando praticamente todas as raízes laterais e causando fendas no córtex. A planta entra em declínio, podendo facilmente sucumbir e morrer (LORDELLO, 1984; BRASS et al., 2008).

No estado de Rondônia, já foram confirmadas duas espécies principais de *Meloidogyne* parasitando *C. canephora*: *M. exigua* e *M. incognita*. *M. incognita* apresenta maior abrangência no estado, ocorrendo na maioria dos municípios (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015). Embora o *C. canephora* seja considerado mais resistente a doenças e ao nematoide-das-galhas do que *C. arabica*, a ocorrência e os sintomas provocados por *M. incognita*, conforme constatados em diferentes áreas produtoras de *C. canephora* no estado de Rondônia, sugerem que esse a primeira espécie seja a principal causando prejuízos aos cafeicultores rondonienses (VIEIRA JUNIOR et al., 2008). Outro estudo realizado em Rondônia identificou exclusivamente a espécie *M. incognita* em amostra de raízes de *C. canephora*, provenientes de lavouras dos municípios de Cacoal, Nova Londrina, Ji-Paraná e Ouro Preto do Oeste (PISSINATI et al., 2015).

Acessos de *C. canephora* dos grupos Conilon e Robusta representam importantes fontes de resistência para o melhoramento genético visando o desenvolvimento de novas variedades resistentes à *Meloidogyne* spp. (CARNEIRO et al., 2009). O café “Conilon” se caracteriza por apresentar plantas de crescimento arbustivo, florescimento precoce, caules ramificados, folhas alongadas, resistência a seca e maior suscetibilidade a doenças (FERRÃO et al., 2004, FAZUOLI 1986, BERTHAUD, 1986).

Já o café “Robusta” apresenta maior vigor vegetativo, crescimento ereto, folhas e frutos de maior tamanho, maturação tardia, menor tolerância ao déficit hídrico e maior tolerância a pragas e doenças; principalmente a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) e ao nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*). No grupo “Robusta” encontram-se algumas cultivares do grupo “Apoatã”, que devido à resistência a *Meloidogyne* spp. tem servido como alternativa no manejo de áreas infestadas pelo nematoide-das-galhas (PAIVA et al., 2012).

Com objetivo de selecionar genótipos mais resistentes ao Nematoide-das-Galhas, *Meloidogyne incognita*, foram pré-selecionados no Banco de Germoplasma da Embrapa Rondônia 32 genótipos de maior potencial produtivo das variedades botânicas Conilon, Robusta e de híbridos interespecíficos. Estes genótipos foram caracterizados quanto a reação ao nematóide das galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2), em casa de vegetação.

## 8.2 Material e métodos

### 8.2.1 Recursos genéticos

Trinta e dois genótipos de café foram selecionados no Banco de Germoplasma da Embrapa Rondônia com base na avaliação dos seguintes traços morfológicos e produtivos: altura da planta (ALT), número de ramos plagiotrópicos produtivos (NPLAG), distância entre rosetas do ramo plagiotrópico (DROS) , Número de grãos de café por roseta da parte intermediária do ramo plagiotrópico (BROS), número de rosetas por ramo plagiotrópico (NROS), comprimento do ramo plagiotrópico (CPLAG), comprimento e largura das folhas (CFOL, LFOL), número de Dias para amadurecimento de frutos (NDIAS) e tamanho do grão de café (PEN). O valor genotípico da produção (VGProd) foi estimado com base na produção de café descascado usando o método BLUP (Melhor Linear Unbiased Prediction) (RESENDE, 2016) (Tabela 6).

O clima do município de Ouro Preto do Oeste - RO é tipo Aw (classificação Köppen), definido como tropical úmido com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e estação seca bem definida no inverno (déficit de água acumulado de junho a setembro (DEF = 175 mm) e excesso de água acumulada de novembro a abril (EXC = 781 mm) para 100 mm de retenção de água. A amplitude média anual da temperatura varia de 21,2°C a 30,3°C e as temperaturas mais altas ocorrem entre julho a agosto. A precipitação média anual é de 1.939 mm e a umidade relativa média é de 81% de acordo com as Normas Climatológicas (BRASIL, 1992).

### 8.2.2 Avaliação da reação dos genótipos de *C. canephora* a *M. incognita*

O inóculo de *M. incognita* foi extraído de 15 g de amostras de raízes retiradas de plantas de café doentes naturalmente infestadas em campos de cultivo no município de Ji-Paraná, RO (10 ° 52'53 "S, 61 ° 30'45"W, altitude 159 m). Em condições laboratoriais, a massa de ovos de uma única fêmea do nematoide em estágio avançado de oviposição foi extraída sob um microscópio estereoscópico e transferida para um tubo Eppendorf contendo 0,1 ml de solução salina a 1%.

Imediatamente, a suspensão com a massa de ovos foi transferida para um tubo de ensaio contendo 10 mL de água destilada esterilizada, que foi colocada num agitador de vórtice por aproximadamente 15 segundos, até que os ovos fossem separados da ooteca e a suspensão ficasse homogênea. Com auxílio de um pipetador automático foi inoculado

individualmente 3,3 mL da suspensão contendo ovos de nematóde em três plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara com idade de 20 dias após a germinação mantidas em vasos de 8 litros com substrato esterilizado.

Tabela 6. Identificação dos genótipos (clones) de *C. canephora* de acordo com suas variedades botânicas e número de dias para maturação dos frutos avaliados nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no campo experimental da Embrapa Rondônia localizado no município de Ouro Preto do Oeste – RO (latitude 10°43'31.25"S, longitude 62°14'0.77"O and 230 m altitude).

<b>Genótipos</b>	<b>Variedade botânica</b>	<b>Número de dias (2013-2014)</b>	<b>Número de dias (2014-2015)</b>	<b>Classificação</b>
750	H <sup>3</sup>	274	281	Precoce <sup>1</sup>
703	C <sup>1</sup>	276	279	Precoce
772	C	282	279	Precoce
729	C	272	264	Precoce
799	C	293	300	Intermediário <sup>2</sup>
792	C	282	279	Precoce
796	C	282	290	Precoce
968	C	272	279	Precoce
723	C	272	279	Precoce
844	H	292	279	Precoce
1111	R <sup>2</sup>	308	304	Intermediário
1005	H	272	279	Precoce
8152	R	320	314	Tardio <sup>3</sup>
H56	H	308	309	Intermediário
169	H	275	272	Precoce
657	H	308	309	Intermediário
H54	H	274	296	Precoce
8192	R	320	309	Tardio
453	H	274	272	Precoce
120	H	274	281	Precoce
890	C	273	293	Precoce
10141	R	311	308	Intermediário
837	C	273	293	Precoce
46	C	273	279	Precoce
909	C	280	279	Precoce
8152	R	309	304	Intermediário
193	H	274	281	Precoce
694	C	287	279	Precoce
160	C	275	281	Precoce
535	H	308	309	Intermediário
482	H	308	295	Intermediário
636	H	274	296	Precoce

C: Variedade Botânica Conilon, R: Variedade botânica Robusta, H: genótipo híbrido Conilon x Robusta, CMP: ciclo de maturação precoce, CMI: ciclo de maturação intermediário, CMT: ciclo de maturação tardio.

Para facilitar a infecção de nematóides nas raízes, uma perfuração de aproximadamente 3 cm no substrato foi feita perto da base de cada planta usando um bastão de vidro; local onde a suspensão foi pipetada. Na primeira semana após a inoculação, as plantas foram irrigadas com 50 mL de água destilada esterilizada para que os ovos do nematoide não fossem lixiviados pela irrigação. Depois disso, as plantas de tomate foram irrigadas durante 80 dias em condições de estufa, até que os nematoides se multiplicassem o suficiente para instalar os ensaios de resistência.

Para identificar a espécie do nematoide-das-galhas, foi realizada a caracterização enzimática do perfil da esterase no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado- RS, através da eletroforese de isoenzimas do nematoide provenientes de uma das plantas de tomate infectadas, de acordo com a metodologia de Carneiro & Almeida (2001). As fêmeas de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, 1949 foram utilizadas como amostras de controle. O perfil de esterase observado foi de um único padrão típico de *Meloidogyne incognita* (Est I2).

O ensaio para avaliação da resistência dos genótipos de café ao nematoide-das-galhas foi realizado de julho a dezembro de 2015 em Ji-Paraná, RO, no campo experimental do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná - CEULJI / ULBRA (10°52'53 "S e 61°30'45 "W e altitude de 159 metros).

As mudas dos trinta e dois genótipos de *C. canephora* (Tabela 6) com seis meses de idade foram transplantadas para vasos de 8 litros contendo substrato esterilizado, composto por areia, vermiculita, solo natural e composto orgânico (1:1:1:1), e dispostas em bancadas no interior da casa de vegetação “modelo capela” (estruturada em madeira beneficiada, cobertura de filme plástico anti UV de 120 µm, com ventilação frontal e lateral livre). (Figura 13).



Figura 13. Clones de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon, Robusta e Híbridos Intervarietais conduzidos em vasos de oito litros em condições de estufa avaliadas quanto a reação ao nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est I2).

Cada um dos trinta e dois genótipos de *C. canephora* inoculados com *M. incognita* representaram um tratamento, composto por seis repetições de vasos com plantas individualizadas referentes aos clones das variedades botânicas Conilon (703, 772, 729, 799, 792, 796, 968, 723, 890, 837, 46, 909, 694 e 160), Robusta (1111, 8152, 8192, 10141 e 8152) e híbridos interespecíficos (750, 844, 1005, H56, 169, 657, H54, 453, 120, 193, 535, 482 e 636), que foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado e mantidos em casa de vegetação.

Como testemunhas resistentes, foram avaliados clones de *Coffea canephora* variedade Apoatã, identificados pelos números “1322”, “1326” e “1327”. Como testemunha suscetível utilizou-se a linhagem de *C. arabica* cv. IAC Obatã 1669-20, conforme já descrito para as demais mudas inoculadas; bem como plantas de tomateiro cultivar Santa Clara, com 20 dias de germinação, cultivadas em vasos de 8 L do mesmo substrato citado para as mudas de cafeeiro que foram inoculadas concomitantemente, para se avaliar a qualidade do inóculo e também para se garantir manutenção do inóculo para demais pesquisas em andamento.

Para inoculação dos genótipos de *C. canephora*, duas semanas após o transplântio das mudas, procedeu-se à extração de ovos do nematoide multiplicado nas raízes de tomate, segundo Hussey & Barker (1973). Cada planta de café foi inoculada separadamente pela irrigação do substrato no vaso com 10ml de suspensão contendo 5.000 ovos + juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* (Est I2). Decorridos 90 dias após a data de inoculação (DAI), as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto à reação a *M. incognita* (Est I2). Já, a avaliação das plantas de café foi aos 150 DAI.

Para tanto, as raízes de cada planta foram separadas da parte aérea, lavadas, pesadas e avaliadas quanto ao número de galhas. Posteriormente, as raízes foram processadas conforme metodologia de Hussey & Barker (1973) para avaliação do número de ovos e determinação do fator de reprodução de *M. incognita* ( $FR = \text{população final} / \text{população inicial}$ ) nos diferentes genótipos avaliados. Para realizar o cálculo de FR, determina-se como população final o total de ovos do nematoide extraídos de cada planta de café, sendo a quantidade de ovos contados em lâmina de “Peters” sob microscópio óptico.

A população inicial é aquela que foi inoculada (5000 ovos +J2). Foram consideradas resistentes os tratamentos que apresentaram  $FR < 1,00$ , imunes com  $FR = 0,00$  e suscetíveis com  $FR > 1,00$  (OOSTENBRINK, 1966). Os valores de FR foram utilizados para classificar a reação das plantas de café à *M. incognita* pelos critérios de Seinhorst (1967), onde plantas com  $FR < 1$  são consideradas más hospedeiras (MH), com  $FR \geq 1$  boas hospedeiras (BH), e  $FR = 0$  não hospedeiras (NH).

A suscetibilidade das plantas também foi classificada considerando plantas resistentes aquelas com notas 1, 2 e 3 e suscetíveis como 4, 5 e 6, com base no critério modificado de SASSER et al. (1984), que classificaram plantas como resistentes (R) aquelas que apresentaram sistema radicular com número de galhas menor ou igual a dez e, as com valores superiores foram consideradas suscetíveis (S).

### 8.2.3 Métodos estatísticos

Para quantificar a reação dos genótipos (clones) de *C. canephora* à *M. incognita* (Est I2) os dados coletados de cada variável foram interpretados considerando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = u + G_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = observação do i-ésimo clone na j-ésima repetição,  $u$  = média geral,  $G_i$  = efeito do i-ésimo clone  $e_{ij}$  = erro aleatório que incide no i-ésimo clone e na j-ésima repetição. Para testar a hipótese de igualdade entre as médias de grupos foi utilizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para quantificar a proporção da variância total devida aos efeitos de genótipos e de ambientes foram obtidas as estimativas da variância genotípica, ambiental e fenotípica (CRUZ et al., 2012). A partir dos componentes de variância foram estimados os parâmetros genéticos, herdabilidade em sentido amplo, os coeficientes de variação genotípico e ambiental e a correlação intraclasse (VENCOVSKY & BARRIGA 1992).

### 8.3 Resultados e Discussão

De acordo com o teste F da análise de variância os efeitos de genótipos, testemunhas e do contraste genótipos vs testemunha suscetível café arábica foram significativos a 1 % de probabilidade para o peso fresco da raiz (PFR), o número de galhas (NG), o número de ovos (NO) e o fator de reprodução do nematóide *M. incognita* (FR) (Tabela 7).

As características que apresentam maiores coeficientes de variação foram respectivamente FR, >NG, >NO e >PFR (Tabela 8), resultados estes, também obtidos noutros estudos de avaliação de resistência de cafeeiro a nematoide das galhas.

Contarato e colaboradores (2009) avaliaram a reação da variedade ‘Vitória Incaper 8142’ de café Conilon a *Meloidogyne exigua* e obtiveram coeficiente de variação experimental de 43,6%, referente à variável fator de reprodução (FR). Santos e Gomes (2011)

avaliando a reação de cultivares de mamona à seis espécies de *Meloidogyne* verificaram coeficientes de variação elevados para as características FR e NG, respectivamente.

Tabela 7. Resultados das análises de variância das características peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do nematoide *M. incognita* (Est I2) em 32 genótipos de *Coffea canephora* e mais duas variedades botânicas Conilon e Robusta avaliados aos 150 dias após a inoculação.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PFR</b>	<b>NG</b>	<b>NO</b>	<b>FR</b>
Tratamentos	36	19,13**	86,42**	146,39**	474,07**
Clones	31	19,78**	25,78**	49,82**	31,05**
Testemunhas	4	11,45**	497,46**	874,40**	3440,66**
Clones vs Testemunha	1	29,72**	177,94**	228,28**	2341,20**
Resíduo	185				
Total	221				
Média <sub>Geral</sub>		45,82	37,15	7,89	1,59
Média <sub>Clones</sub>		47,15	17,81	4,14	0,83
Apoatã 1322		51,51	0,00	0,00	0,00
Apoatã 1326		45,09	0,87	0,00	0,00
Apoatã 1327		42,10	0,00	0,00	0,00
Arabica		23,13	11,00	6,00	1,20
Tomate		24,59	791,00	156,67	31,33

\*\* : significativo a 1% de probabilidade.

Apesar da maioria dos ensaios de resistência serem realizados em ambiente controlado (casa de vegetação), por se tratar de experimentos biológicos, diversos fatores podem interferir na repetibilidade dos resultados, uma vez que a incidência de pragas e doenças, desconformidade no vigor das mudas e adaptabilidade ao substrato, assim como, pequenas diferenças no volume de irrigação e posicionamento das plantas nos vasos, associados a alterações de temperatura na superfície dos mesmos, por exemplo, podem interferir na infectividade e reprodução dos nematoides nas raízes, o que justifica os maiores coeficientes de variações encontrados nesse tipo de experimento.

Por isso, é plausível que trabalhos que visem avaliar a resistência de plantas ao nematoide-das-galhas em condições de vasos sejam instalados com maior número de repetições possíveis. Quanto a herdabilidade, que mensura a proporção relativa entre os efeitos genotípicos e ambientais na expressão das características, no presente estudo foram obtidos valores que indicam a predominância do componente genotípico na expressão da resistência, sendo estes de 94,94 para PFR, de 96,12 para NG, de 97,99 para NO e de 96,78 para o FR (Tabela 8).



Como esperado, o tomateiro cv. Santa Clara é um hospedeiro muito suscetível a *M. incognita*, apresentando, aos 90 DAI, FR = 31,3 e NG = 731 (Tabela 9). Como a maioria das cultivares de *Coffea arabica* são hospedeiros susceptíveis a *Meloidogyne* spp. (BERTRAND et al., 2001), do mesmo modo, aos 150 DAI, o café arábica Obatã foi considerado um bom hospedeiro (BH) de *M. incognita*, com FR=1,2, pela classificação de Seinhorst (1967) e suscetível (S) pela classificação de Sasser (1984) apresentando elevado número de galhas (NG=11) (Tabela 9).

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros genéticos do peso fresco da raiz (PFR), do número de galhas (NG), do número de ovos (NO) e do fator de reprodução (FR) do nematóide *M. incognita* avaliado em 32 genótipos de *Coffea canephora* e mais duas variedades botânicas Conilon e Robusta avaliados aos 150 dias após a inoculação.

<b>Parâmetros genéticos</b>	<b>PFR</b>	<b>NG</b>	<b>NO</b>	<b>FR</b>
$\sigma_g^2$	266,06	6,99	1,63	1,70
$\sigma_e^2$	14,16	0,28	0,03	0,05
$\sigma_p^2$	280,22	7,28	1,66	1,75
$h^2$	94,94	96,12	97,99	96,78
$\hat{\rho}$	75,79	80,51	89,05	83,35
$CV_g$	34,59	84,14	81,85	155,62
$CV_e$	20,11	36,06	25,73	36,74
$CV_g/CV_e$	1,76	2,03	2,85	2,23

$\sigma_g^2$ : variância genotípica,  $\sigma_e^2$ : variância ambiental,  $\sigma_p^2$ : variância fenotípica,  $h^2$ : herdabilidade para seleção baseado na média dos genótipos,  $\hat{\rho}$ : correlação intraclasses,  $CV_g$ : coeficiente de variação genotípico,  $CV_e$ : coeficiente de variação ambiental,  $CV_g/CV_e$ : razão entre os coeficientes de variação genotípico e ambiental.

Estes resultados atestam, ainda, a qualidade do inóculo de *M. incognita* (Est I2) utilizado no ensaio de inoculação dos genótipos de cafeeiro. Por outro lado, as três testemunhas resistentes de *C. canephora* da cultivar Apotã foram classificadas como não-hospedeiras (NH) à *M. incognita* (FR=0), segundo a classificação de Seinhorst (1967), ou como resistentes (NG=0,0; 0,0 e 0,87), segundo Sasser (1984), nas avaliações efetuadas aos 150 DAI. Nesta data, poucos sintomas de galhas dentre as plantas sabidamente resistentes foram observados apenas no clone 1326 (NG=0,87) (Tabela 9).

Tabela 9. Médias do peso fresco da raiz (PFR), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do nematoide-das-galhas *M. incognita* (Est I2) em genótipos de cafeeiros (*C. canephora*) obtidas 150 dias após a inoculação de 5000 ovos do nematoide.

Genótipos	Variedade Botânica	PFR <sup>a</sup>	NG <sup>b</sup>	C <sup>1</sup>	NO <sup>c</sup>	FR <sup>d</sup>	C <sup>2</sup>
750	H <sup>3</sup>	25,71d	130,06a	S	28,40a	5,68a	BH
703	C <sup>1</sup>	69,86a	79,00b	S	22,71b	4,53b	BH
772	C	43,48c	63,33b	S	14,46c	2,90c	BH
729	C	68,35a	73,3b	S	11,4c	2,28c	BH
799	C	55,25b	13,17c	S	7,87d	1,58d	BH
792	C	69,7a	63,83b	S	7,53d	1,53d	BH
796	C	31,12d	8,60c	R	6,13d	1,23d	BH
968	C	69,16a	14,60c	S	6,11d	1,21d	BH
723	C	69,48a	19,33c	S	5,91d	1,20d	BH
844	H	32,15d	2,00d	R	2,33e	0,47e	MH
1111	R <sup>2</sup>	41,36c	2,33d	R	2,15e	0,45e	MH
1005	H	31,43d	12,16c	S	1,50e	0,30e	MH
8102	R	64,75a	1,50d	R	1,33e	0,27e	MH
H56	H	69,66a	5,00c	R	1,28e	0,26e	MH
169	H	59,08b	7,33c	R	1,26e	0,25e	MH
657	H	40,08c	13,50c	S	1,21e	0,25e	MH
H54	H	25,53d	5,83c	R	1,10e	0,23e	MH
8192	R	61,2a	0,66d	R	1,03e	0,23e	MH
453	H	63,82a	1,83d	R	1,00e	0,20e	MH
120	H	35,46c	6,83c	R	0,95e	0,20e	MH
890	C	51,31b	3,16d	R	0,86e	0,18e	MH
10141	R	50,45b	1,66d	R	0,85f	0,18e	MH
837	C	26,78d	8,20c	R	0,81f	0,18e	MH
46	C	46,85c	2,6d	R	0,78f	0,15e	MH
909	C	27,48d	4,33d	R	0,71f	0,15e	MH
8152	R	66,28a	2,50d	R	0,60f	0,13e	MH
193	H	18,98d	5,20c	R	0,51f	0,11e	MH
694	C	22,36d	8,20c	R	0,48f	0,10e	MH
160	C	53,15b	2,80d	R	0,38f	0,10e	MH
535	H	43,08c	1,66d	R	0,36f	0,08e	MH
482	H	35,63c	2,33d	R	31,00f	0,08e	MH
636	H	39,95c	3,16d	R	0,26f	0,06e	MH
Apoatã 1322	R	51,51b	0,00e	R	0,00g	0,00f	NH
Apoatã 1326	R	45,08c	0,87e	R	0,00g	0,00f	NH
Apoatã 1327	R	42,10c	0,00e	R	0,00g	0,00f	NH
Arábica	-	23,10d	11,00c	S	6,00e	1,20e	BH
Obatã 1669-20	-	23,10d	11,00c	S	6,00e	1,20e	BH
Tomate Sta. Cruz	-	24,60	791,00	S	156,7	31,30	BH

a, b, c, d: Classificação de médias realizada de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> R= resistente e S= suscetível, segundo Sasser et al. (1984)

<sup>2</sup> NH= não hospedeira; MH= má hospedeira e BH= boa hospedeira, segundo Seinhorst (1967);

<sup>a</sup> peso fresco de raiz; <sup>b</sup> número de galhas; <sup>c</sup> número de ovos; <sup>d</sup> fator de reprodução

Tais resultados confirmam a resistência da cultivar Apoatã, a qual vem sendo utilizada como alternativa no controle do nematoide-das-galhas. O clone Apoatã “IAC 2258” é recomendado como porta-enxerto resistente a *Meloidogyne* spp. em São Paulo, para o plantio de mudas de enxerto em áreas infestadas com os nematóides *M. exigua*, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. paranaensis* (FAZUOLI et al., 1987; RAMALHO et al., 2009; SERA et al., 2006). Em São Paulo, o rendimento médio dos genótipos suscetíveis em pé-franco foi em média 55% menor do que o rendimento dos mesmos genótipos enxertados sobre o cultivar IAC Apoatã 2258 (BARBOSA et al., 2014).

Apesar de *C. canephora* ser considerada espécie mais resistente ao nematoide das galhas, os clones de *C. canephora* 750, 703, 772, 729, 799, 792, 796, 968 e 723 foram bons hospedeiros de *M. incognita*, com níveis de suscetibilidade superiores a testemunha-suscetível de *C. arabica* cv. Obatã. Portanto, os clones citados acima poderão ser utilizados como comparadores suscetíveis, em novos ensaios de reação do cafeeiro à *M. incognita* (Est I2) em Rondônia. Dentre estes materiais, o clone híbrido 750 se destacou pela elevada suscetibilidade à *M. incognita*, com FR= 5,68. Noutros ensaios em andamento, este clone vem se confirmando como altamente suscetível, sempre apresentando valores elevados de fator de reprodução de *M. incognita* (dados não publicados).

Por outro lado, dos trinta e dois genótipos de *C. canephora* avaliados neste experimento, vinte e três (71%) foram maus hospedeiros (MH) de *M. incognita*, pois aos 150 DAI, apresentaram fator de reprodução menor que um (FR<1) (Tabela 9). Todos os cinco clones da variedade botânica Robusta foram classificados como maus hospedeiros de *M. incognita* (FR<1), aos 150 DAI, com fator de reprodução médio de 0,25. Estes dados corroboram outros estudos envolvendo a resistência de *C. canephora* à *Meloidogyne* spp., especialmente dentre acessos de café Robusta (CAMPOS & VILLAIN, 2005, CASTILLO et al., 2009).

Em relação aos híbridos intervarietais, à exceção do clone 750, que se classificou como bom hospedeiro (FR=5,68), todos os demais (844, 1005, H56, 169, 657, H54, 453, 120, 193, 535, 482 e 636) foram classificados como maus hospedeiros (MH), com FR<1 (Tabela 10). Seis genótipos da variedade botânica Conilon (890, 837, 046, 909, 694 e 160) foram maus hospedeiros (MH) de *M. incognita* (FR<1) e oito clones da variedade botânica Conilon (703, 772, 729, 799, 792, 796, 968 e 723) foram considerados bons hospedeiros (BH) de *M. incognita*, aos 150 DAI (FR<sub>médio</sub>=1,2) (Tabela 9).

Dentre os vinte e três (23) genótipos de *C. canephora* caracterizados como maus hospedeiros (MH) de *M. incognita*, neste trabalho, a exceção dos clones 1005 (NG=12,16) e

657 (NG=13,5), classificado como suscetível (SASSER, 1984), todos os demais foram resistentes (R) (NG<10). Quanto aos genótipos classificados como bons hospedeiros (BH) ao nematoide (FR>1), apenas o clone 797 de café Conilon foi considerado resistente (NG=8,6) (Tabela 9).

Segundo Moura (1997), a presença de galhas é um dos aspectos sintomatológicos da doença e resistência da planta refere-se a sua capacidade em impedir a multiplicação do patógeno. Somente a avaliação da presença e do número de galhas não deve ser considerada isoladamente na avaliação da resistência, pois plantas resistentes podem formar galhas na presença de poucos nematoides e plantas suscetíveis podem não produzir galhas. Ribeiro et al (2005) avaliando a resistência de *C. arabica* e *C. canephora* à *M. exigua*, verificaram que parte dos clones considerados resistentes (FR<1) se comportaram como suscetíveis, ao se considerar apenas o número de galhas. Este fato sugere que apesar do nematoide induzir formação de galhas em *Coffea* spp., reproduziu-se pouco nos clones avaliados.

Dos nove clones classificados como bons hospedeiros (BH) de *M. incognita* aos 150 DAI, com exceção dos genótipos 750 (híbrido) e 796, que apresentaram peso fresco de raíz (PFR) reduzidos, os sete clones restantes de café Conilon 703, 772, 729, 799, 792, 968 e 723 apresentaram resultados de PFR semelhantes ou superiores as testemunhas resistentes de café Apoatã (var. Robusta) (Tabela 9). Observa-se que apesar destes genótipos terem permitido a multiplicação do nematoide (FR>1), não houveram danos significativos em suas raízes quando comparadas as testemunha de Apoatã (resistente), que apresentam sistema radicular volumoso (PAIVA et al., 2012). Neste caso, a tolerância ao dano pode ser independente da resistência, pois diz respeito à habilidade de uma dada planta hospedeira compensar ou recuperar-se dos efeitos adversos de ataque por determinado nematoide e, ainda assim, produzir bem (TRUDGILL, 1991).

Dessa forma, o termo tolerância é utilizado para descrever a resposta geral da planta a infecção por nematoides, onde mesmo na presença de lesões no hospedeiro, o rendimento é menos suprimido (BARKER, 1993; COOK & EVANS,1987). Os resultados do presente trabalho indicam que alguns dos híbridos intervarietais apresentaram sintomas discretos nas raízes (PFR), apesar de serem classificados como bons hospedeiros (BH) (Tabela 9). Falta, no entanto, avaliar seu rendimento (produção/planta), com a continuidade da pesquisa. Dos vinte e três clones considerados maus hospedeiros (MH) de *M. incognita*, apenas sete (844, 1005, H54, 837, 909, 193 e 694) apresentaram PFR inferiores as plantas do testemunha resistente Apoatã (Tabela 11). Sera e colaboradores (2006) relatam que existe possibilidade de êxito em selecionar clones que apresentem o sistema radicular mais volumoso, pois esta é uma característica favorável a cultivares de porta-enxerto. A resistência do café Robusta Apoatã é

associada ao seu vigoroso sistema radicular. Entretanto, estudos relacionam a resistência dos genótipos de Apoatãs a mecanismos diversos, dentre os quais, aumento na atividade de polifenoloxidase (MAZZAFERA, GONÇALVES e FERNANDES, 1989).

Alguns estudos também relatam que a incompatibilidade de alguns genótipos de *C. canephora* a *M. incognita* se deve a mecanismos que reduzem a penetração pelos juvenis de segundo estágio (J2), tais como a existência de barreiras histológicas ou a produção de exsudatos radiculares que repelem as formas jovens (OLIVEIRA, 2006; POTENZA et al, 1996). Entretanto, a reação de hipersensibilidade e o impedimento a formação de células gigantes é o mecanismo de resistência mais aceito para explicar a incompatibilidade do cafeeiro ao nematoide das galhas (LIMA et al., 2013), o que carece de estudos adicionais para os genótipos testados neste trabalho.

As variedades botânicas Conilon, Robusta e seus híbridos interespecíficos apresentaram diferenças significativas nas suas estimativas do FR (Tabela 9). A variedade botânica Robusta apresentou resistência superior aos híbridos intervarietais e a variedade botânica Conilon. Também a variedade Robusta apresentou maior tamanho de folha, maior peneira, maior comprimento dos ramos plagiotrópicos, maior número de grãos por roseta e estas variáveis foram inversamente proporcionais ao fator de resistência, com valores de correlação negativos (Tabela 10). Tais resultados sugerem que estas características botânicas da variedade Robusta estejam associadas a maior resistência das plantas à *Meloidogyne* (BERTHAUD, 1978).

No Brasil, a variedade Robusta, representada pela cultivar Apoatã IAC 2258 (*C. canephora* cv. 2.258 da coleção de germoplasma CATIE, Turrialba, Costa Rica) é uma das mais utilizadas como porta-enxerto resistente a *Meloidogyne*, visando o plantio em áreas infestadas. Já na América Central, a cultivar “Nemaya”, derivada do cruzamento entre os clones de *C. canephora* T3561 e T3751, tem permitido a sobrevivência e competitividade da cafeicultura em regiões infestadas por *Meloidogyne* (CAMPOS & VILLAIN, 2005). Ambas as cultivares são derivadas do clone T3561 e apresentam resistência múltipla à *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaenses* (FATOBENE, 2014).

Quatorze genótipos de ciclo precoce, entre eles os clones da variedade botânica Conilon 694, 160, 837, 46, 909, 890 e os materiais híbridos 844, 1005, 169, 54, 453, 120, 193, 636 se comportaram como resistentes à *M. incognita*, nas avaliações aos 150 DAI (Tabela 9). Estes genótipos de *C. canephora* resistentes à *M. incognita* selecionados neste trabalho poderão constituir fontes de resistência para o desenvolvimento de cultivares de café Conilon, com características superiores e de ciclo precoce, adaptadas às condições de solo e clima de Rondônia. Apesar de muitos trabalhos confirmarem a resistência de *C. canephora* ao

nematoide-das-galhas *M. exigua* (FAZUOLI et al., 1978; BERTRAND et al., 2001), há fortes indícios de que as populações segregam quanto a resistência à *M. incognita* (LIMA et al., 1987; GONÇALVES et al., 1988) e *M. paranaenses* (BERTRAND et al., 2000).

Tabela 10. Estimativas de correlação intraclasse entre o fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne incognita* (Est I2) e 11 características morfológicas e produtivas de 32 genótipos de *Coffea canephora*, híbridos intervarietais das variedades botânicas Conilon, Robusta e dos progenitores, pertencentes ao Banco de Germoplasma da Embrapa Rondônia.

Variáveis	Correlação
ALT x FR	-0,25 <sup>NS</sup>
NPLAG x FR	0,04 <sup>NS</sup>
NROS x FR	-0,08 <sup>NS</sup>
CPLAG x FR	<b>-0,32*</b>
DROS x FR	-0,08 <sup>NS</sup>
GROS x FR	<b>-0,33*</b>
NDIAS x FR	-0,25 <sup>NS</sup>
PROD x FR	-0,05 <sup>NS</sup>
CFOL x FR	-0,24 <sup>NS</sup>
LFOL x FR	<b>-0,36*</b>
PM x FR	<b>-0,34*</b>
Média FR (Conilon)	1,24 <sup>a</sup>
Média FR (Híbridos)	0,63 <sup>b</sup>
Média FR (Robusta)	0,16 <sup>c</sup>

NS: não significativo, \*: significativo a 5% de probabilidade, <sup>a, b, c</sup>: Classificação de médias realizada de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Outros estudos são sugeridos para se avaliar o espectro de reações de resistência dos genótipos estudados à outras espécies e/ou raças do nematoide-das-galhas incidentes em Rondônia, tais como *M. exigua* (VIEIRA JUNIOR 2008; VIEIRA JUNIOR et al., 2015; PISSINATI et al., 2015). Devido à eventuais populações mistas de espécies e raças de *Meloidogyne* spp. em áreas produtoras cafeeiras (CARNEIRO et al., 2005), o desenvolvimento de cultivares com resistência múltipla é de grande importância do ponto de vista agrônomo e prático (BERTRAND & ANTHONY, 2008).

#### 8.4 Conclusões

Aos 150 DAI os clones de *C. canephora* da variedade botânica Conilon 694, 160, 837, 46, 909, 890 e os materiais híbridos 844, 1005, 169, 54, 453, 120, 193, 636, todos considerados precoces quanto ao ciclo e maturação dos frutos, se comportaram como

resistentes à *M. incognita* e podem ser utilizados em programas de melhoramento genético, visando a obtenção de cultivares de café de ciclo precoce e resistentes a esse nematoide em Rondônia. Os cinco clones de *C. canephora* da variedade botânica Robusta 1111, 8152, 8192, 10141, 8152 foram confirmados como sendo resistentes à *M. incognita*. Os clones Apoatã 1322, Apoatã 1326 e Apoatã 1327 pertencentes à variedade botânica Robusta, foram confirmados como imunes (não-hospedeiros) de *M. incognita* e podem ser utilizados como porta-enxertos, visando o plantio em áreas infestadas e, como fontes de resistência a *M. incognita*.

### 8.5 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ- ABIC. **Produção mundial de café, principais países produtores.** Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49#80>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

ANTHONY, F.; TOPART, P.; ANZUETO, F. La Resistencia genética de *Coffea* spp. a *Meloidogyne paranaensis*: identificación y utilización para la cafeicultura latinoamericana. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecologia** 67: 4-11, 2003.

ANZUETO F. Etude de la résistance du caféier *Coffea* sp. À *Meloidogyne* sp. et à *Pratylenchus* sp. Rennes, France: Ecole Nationale Agronomique de Rennes, PhD **thesis**. 1993.

BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; RODRIGUES, W. P.; RODRIGUES FILHO, J. C.; BARROSO, D. G.; SILVA, T. R. C. Efeito da enxertia e do nematoide *Meloidogyne exigua* sobre o crescimento radicular e a produtividade de cafeeiros. **Coffee Science**, vol. 9 n. 4, pp. 427-434, 2014.

BARKER, K. R. Resistance/Tolerance and Related Concepts/Terminology in plant nematology. **Plant Disease**, v. 77, n. 2, 1993.

BERTHAUD, J. **L'hybridation interspécifique entre *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora* Pierre.** Obtention et comparaison des hybrides triploïdes arabusta et hexaploïdes. *Café Cacao Thé* 22:87-109, 1978.

BERTHAUD, J. Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. **Evaluation de la recherche génétique des populations sylvestres et ses mécanismes organisateurs**. Consequences pour l'application, Montpellier, France: ORSTOM, 179p, 1986.

BERTRAND H. G., ANZUETO F. AND SARA J.L Resistance of *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica* accession in Ethiopia . **Euphytica** 118: 1-8, 2001.

BERTRAND, B.; PEÑA DURÁN, M.X.; ANZUETO, F.; CILAS, C.; ETIENNE, H.; ANTHONY, F.; ESKES, AB.; Genetic study of *Coffea canephora* coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita* nematodes in Guatemala and *Meloidogyne* sp. nematodes in El Salvador for selection of rootstock varieties in Central America. **Euphytica** 113:79-86, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**: Brasília, DF, 1992. p.84 1961-1990.

BRASS, F. E. B. Aspectos biológicos do *Meloidogyne* spp. Relevantes à Cultura de café. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Ano VII – Número 14 – Dezembro de 2008

CABOS R.Y.N, SIPES, B.S., SORAIN, M; SCHMITT, D.P. Evaluation of coffee genotypes for root knot nematodes resistance. **Nematotropica** 40: 191-202, 2010.

CAMPOS, V.P.; VILLAIN, L. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In Luc, M. Sikora, R.A and Bridge, J. (eds) Plant Parasitic Nematodes of Tropical and Subtropical Agriculture. Wallingford, UK. **CAB International**, Pp 387-430, 2005.

CARNEIRO, R. M. D. G.; M. R. A. ALMEIDA. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides das galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.1, p.35 – 44, 2001.

CARNEIRO, R.D.M.G., R. ONIVALDO, M.R.A. ALMEIDA & W. GONÇALVES. 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**, 29: 233-241, 2005.



CARNEIRO, R.M.D.G., COSTA, S.B.; SOUSA, F.R.; SANTOS, D.F.; ALMEIDA, M.R.A.; SANTOS, M.F.A.; SIQUEIRA, K.M.S.; TIGANO, M.S.; FONSECA, A.F.A. 2009. Reação de cafeeiros 'conilon' a diferentes populações de *Meloidogyne* spp. **Anais do VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. CD-ROM.

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 arabica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, com énfasis em la resistencia los nemátodos, 2000, Turrialba. **Anais...** Turrialba: CATIE/IRD, p.43-48, 2000.

CASTILLO, G., WINTGENS, J N.; KIMENJU, J.W. (2009). Nematodes of coffee (in) Coffee: growing, Processing, Sustainable production, A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers 2nd Ed. Edited by Wintgens J.N. pp 478-494. ISBN: 978.527-32286-2. **Coffee**. 1 ed. USA: APS Press & Springer, v.1, p.165-190, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Safra 2016, Quarto Levantamento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

CONTARATO, C. C.; TOMAZ, M. A.; SOBREIRA, F. M.; ALVES, F. R.; JESUS JUNIOR, W. C. de; RODRIGUES, A. de A.; FERRAO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Resistência da variedade 'vitória Incaper 8142' de café conilon a *Meloidogyne exigua*. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas : **Anais**. Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009.

COOK, R.; EVANS, K. Resistance and tolerance. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (Ed.) Principles and practice of nematode control in crops. New York: **Academic Press**. p.179-231, 1987.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV. 514p, 2012.

CURI SM, CARVALHO A, MORAES FP, MONACO LC, ARRUDA HV. **Novas fontes de resistência genética de Coffea no controle de nematoide do cafeeiro Meloidogyne exigua**. *Biológico* 36, 293–5, 1970.

CURI, S. M.; CARVALHO, A.; MORAES, F. P. Novas fontes de resistência genética de *Coffea* no controle do nematóide do cafeeiro, *Meloidogyne exigua*, **Biológico**, 36:293-295 1970.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Oxford, v.167, n.3, p.357-377, 2011.

FATOBENE, B.J.R. Seleção de cafeeiros com resistência múltipla a nematoides do gênero *Meloidogyne*. 2014. 71p. **Tese (Doutorado)** – Pós-graduação IAC.

FAZUOLI LC.; LORDELLO R.R.A. Fontes de resistência em espécies de cafeeiros ao nematóide *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira** 3: 49-52, 1978.

FAZUOLI, L. C.; LIMA, M. M. A. de; GONÇALVES, W.; COSTA, W. M. Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematoides: utilização de porta-enxertos resistentes. In: **Congresso paulista de agronomia**, 6., Piracicaba. Anais... São Paulo: AEASP, 1987. p. 171-180, 1987.

FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, Y.(Ed.). **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Patafos, p.87-113, 1986.

FERRÃO, R. G. et al. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. **Vitória: Incaper**, 2007. p. 203-225

FERRÃO, R.G. Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon. 2004. 256p. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GÖLDI, E. A. **Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro**, 1887. Recife: UFRPE. Fadurpe, 121p, 1998. (Reeditado por Roberto Marinho Moura).

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.; LIMA, M. M. A. de; FAZUOLI, L. C. Resistência do cafeeiro a nematóides: III. Avaliação da resistência de espécies de *Coffea* e de híbridos interespecíficos a *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 12, p. 47-54, 1988.

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

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. B. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease**. v.57, p.1025-1028, 1973.

HUSSEY, R. S. Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (eds) **An advanced treatise on *Meloidogyne***, Vol.I. Biology and Control. North Caroline State University. Raleigh, North Caroline, p.143-153, 1985.

ITO, D. S.; SERA, G. H.; SANTIAGO, D. C.; KANAYAMA, F. S.; GROSSI, L. D. Progenies de café com resistência a nematoides *Meloidogyne paranaensis*. e Raca 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science**, 3(2): 156-163, 2008.

KUBO, R.K., R.A. SILVA, M.D. TOMAZINI, C.M.G. OLIVEIRA, P. MAZZAFERA & M.M. INOMOTO. Patogenicidade de *Pratylenchus coffeae* em plântulas de cafeeiro cv. Mundo Novo. **Fitopatologia Brasileira**, 28 (1): p.41-48, 2003.

LIMA, E.A.; FURLANETTO, C.; SOUSA, M.G.; MENEZES, A.C.M.; SOUZA, F.R.; ALMEIDA, M.R.A.; SÉRGIO JÚNIOR, A.; FERRÃO, M.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. Resistência múltipla e resposta de hipersensibilidade do cafeeiro ‘Conilon 14’ a *Meloidogyne* spp. In **Anais** of the 8th Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil; Vol 8; Salvador, 2013.

LIMA, M. M. A.; GONÇALVES, W.; TRISTÃO, R. O. Avaliação de resistência de seleções de *Coffea canephora* e *C. congensis* à raça 3 de *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 14., 1987, Campinas. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, 1987. p.87-88.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8ª ed. São Paulo, Ed. Livraria Nobel, 1984, 314p.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematoides. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 222, 1976.

MARCOLAN, A. L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Fenóis, peroxidase e polifenoxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais ...** Rio de Janeiro: IBC, p.4-6,1989.

MONTAGNON C., LEROY T., YAPO A. B. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection. Conséquences sur leur utilisation en sélection. **Café, Cacao, Thé**, v.36, n.3, p.187- 198, 1992.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; PRADO, M. D. C. Incidência de *Pratylenchus coffeae* causando severa nematose em cafeeiro no nordeste. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p.649-649, 2002.

MOURA, R.M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 5:281-315. 1997.

OLIVEIRA, D. S., OLIVEIRA, R. D., & GONÇALVES, W. .Fenótipo S1 de Esterase em *Meloidogyne incognita* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. N. 31, (2), 2006.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen**, v.6, p.1- 46, 1966.

PAIVA, R. F., MENDES, A. N. G., CARVALHO, G. R., REZENDE, J. C., FERREIRA, A. D. AND CARVALHO, A. M. Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar ‘Apoatã IAC 2258’ (*Coffea canephora*). **Ciência Rural**, 42, 1155-1160, 2012.

PISSINATI, D. S.; NASCIMENTO, K. S.; SANTOS, A. V.; GOMES, C. B.; MEDINA, I. L.; ROCHA, R. B. Caracterização bioquímica de espécies do Nematóide-das-Galhas (*Meloidogyne* spp.) em Cafeeiro no Estado de Rondônia, Brasil. RO. In: XXIX Congresso Brasileiro de Agronomia, 2015, **Resumo expandido...** Foz do Iguaçu - PR.

POTENZA, C.L.; THOMAS, S.H.; HIGGINS, E.A.; SENGUPTA-GOPLAN, C.; Early root response *Meloidogyne incognita* in resistant and susceptible alfalfa cultivars. **Journal of Nematology** 28:475-484, 1996.

RAMALHO, A. R.; VENEZIANO, W.; ROCHA, R. B. OLIVEIRA, C. L. L. G ; CASSARO, J. D. Cultivares de cafeeiros Conilon e Robusta indicadas para o Estado de Rondônia. **Comunicado Técnico** 348, ISSN 0103-9458 Agosto, 2009 Porto Velho, RO.

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

SALGADO, S. M. L., GUIMARAES N. M. R. B.; BOTELHO C. E.; TASSONE G. A. T.; MARCELO A.L.; SOUZA S.R., OLIVEIRA R.D.L., FERREIRA D.F. *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne exigua* em lavouras cafeeiras na região sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 475 - 481, out./dez. 2015.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, J. C. Manejo de fitonematóides em cafeeiro. In P. R. Reis and R. L. Cunha. (Eds.), **Café arábica do plantio à colheita**, Lavras: Epamig, 2010, p. 757-804.

SANTOS, A. B. M.; TEIXEIRA, M. W.; SANTOS, A. V. Levantamento de *Pratylenchus* spp. e outros nematoides associados à cultura do Inhame (*Dioscorea* sp.) em áreas produtoras de Rondônia. XIX Salão de Iniciação Científica do CEULJI/ULBRA... Resumos expandidos. **Revista .....**, 2015.

SANTOS, A. V.; GOMES, C. B. Reação de cultivares da mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, v.35, n.1, p.1-9, 2011.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C.; HARTMAN, K. M. **Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Raleigh, NC: NCSU Graphics, 1984.

SASSER, J. N. **Plant-parasitic nematodes: the farmer s hidden enemy**. Raleigh: North Caroline State University Graphics, 115 p., 1979.

SEDAM. **Acervo Técnico**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2014. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br>>. Acesso em: 06 de março de 2014.

SEINHORST JW. **The relationships between population increase and population density in plant-parasitic nematodes**. II. Sedentary nematodes. *Nematol.*, 13: 157-171, 1967.

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 nematóides *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. Progênieis de *Coffea arabica* cv IPR-100 resistentes ao nematoide *Meloidogyne paranaensis*. *Bragantia*, Campinas, v.66, p.43-49, 2007.

SILVAROLLA, M. B.; GONÇALVES, W.; LIMA, M. M. Resistência do cafeeiro a nematoides. V Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros derivados da hibridação de *Coffea arabica* com *C. canephora*. **Nematologia Brasileira** 22:551-59, 1998.

TOMAZINI M. D.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, C. M. G.; GONÇALVES, W.; INOMOTO, M. M. Resistência de genótipos de cafeeiros a *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v.29, pp.193- 198, 2005.

TRUDGILL, D. L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual Review of Phytopatology**, v. 29, n. 1, p. 167-192, 1991.

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L. C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café: Minasplan, 2000. p. 459-461.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, p.496, 1992.

VIEIRA JÚNIOR JR, CLÉBERSON DE FF, SARA IM, TAMIRIS CF, ALINE SF, JOSÉ AAM, DAIANE MZ, DOMINGOS SGS. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide-das-galhas-do-cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia – primeira atualização. **Comun. Técn.** 397:1-5, 2015.

VIEIRA JÚNIOR JR, FERNANDES CDF, RAMALHO A, MARCOLAN A, FERNANDES NA, DIOCLECIANO J, DA SILVA DG. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. **Comun. Técn.** 332:1-4, 2008.

VILLAIN L, BAUJARD P, ANZUETO F, HERNANDEZ A, SARAH JL. Integrated protection of coffee plantings in Central America against nematodes. **Plantations Recherche Développement** (Special Issue: Research and Coffee Growing), 118–33, 2002.

WHITEHEAD A.G. (1998). Plant Nematode Control., CAB International, Wallingford, UK and USA . ISBN 0 85199 188 2. Reprinted in 2002.

ZIMMERMAN, M.H.; McDONOUGH, J. Dysfunction in the flow of food. In: Horsfall, J.G.; Cowling, E.B. (Eds.). Plant disease: na advanced treatise. New York: **Academic Press**, v.3, p.117-140, 1978.