

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESPÉCIES DE *Meloidogyne* GOELDI EM CAFEEIRO NO
MUNICÍPIO DE ARAGUARI-MG**

Franciele Alves Carneiro

Engenheira Agrônoma

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESPÉCIES DE *Meloidogyne* GOELDI EM CAFEEIRO NO
MUNICÍPIO DE ARAGUARI-MG**

Franciele Alves Carneiro

Orientador: Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2014

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FRANCIELE ALVES CARNEIRO – nascida em Araguari, MG no dia 23 de março de 1986, graduou-se em agronomia em 2010, pela Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ipameri. Estagiou na área de Fitopatologia e Controle Biológico do mencionado Câmpus. Foi monitora da disciplina de Sistemática e Entomologia no ano de 2009 e 2010, respectivamente, tendo conduzido seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGA: PREDADORES E PARASITOIDES” sob a orientação do Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo. Em março de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Entomologia Agrícola, na Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Câmpus de Jaboticabal- SP, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob orientação do Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares.

DEDICO

Aos meus Pais Calimarques e Gislaine pela minha formação como profissional, pelo
imenso carinho e amor.

Ao meu namorado Eterno Neto pelo apoio durante todo o percurso de minha vida
acadêmica, conselhos e pelo carinho.

Aos meus avós Nair e Justiniano pela atenção, carinho e preciosos conselhos.

Às minhas irmãs Fernanda e Flávia.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos, pela orientação, pelos conselhos, por todos os ensinamentos oriundos de sua grande experiência tanto profissional quanto pessoal, pelo carinho, dedicação, paciência e pela amizade.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, por todos os ensinamentos e conselhos, por toda a ajuda e suporte fornecidos neste trabalho, pela amizade, carinho e dedicação.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP), Campus de Jaboticabal pela infraestrutura e apoio fornecido durante o curso de mestrado.

Aos professores do curso de Entomologia na UNESP/FCAV, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao departamento de Fitossanidade e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, pela oportunidade de realizar este prestigiado curso.

Aos membros da banca examinadora da qualificação, Dr. Arlindo Leal Boiça Junior e Dr. Daniel Junior de Andrade, por todas as contribuições.

Aos membros da banca examinadora da Defesa, Dra. Silva Renata S. Wilcken e Dr. Daniel Junior de Andrade pela dedicação e empenho nas correções e por todas as sugestões.

À Dr. Neucimara por todo o auxílio e atenção durante o desenvolvimento dos meus trabalhos.

À doutoranda Vanessa dos Santos Paes Takahashi, por estar ao meu lado em todos os momentos difíceis e pela inestimável amizade que será lembrada sempre com muito carinho.

Ao meu amigo Alexandre Takahashi, por sempre estar disposto a me ajudar na execução dos meus trabalhos, pela atenção e principalmente pela amizade.

Ao Dr. Bruno Flávio Figueiredo Barbosa por me auxiliar em muitas tarefas, por sempre demonstrar boa vontade e disposição em ajudar e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nematologia UNESP/FCAV, André, Sandra, Walmir, Rivanildo Junior, Suelen Bernal, Andreza Silva, por todo auxílio, companheirismo e pela amizade.

Aos amigos e companheiros de laboratório Rafael Bernal, Elder Simões de Paula Batista, Ilana Dias, Mariana, Marilene, Eduardo, pelo apoio, companheirismo e incentivo.

À minha amiga Samira Scaff Neves, pelo carinho e a amizade.

À todos que contribuíram para a realização e enriquecimento deste trabalho,

Muito Obrigada

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Nematoides no cafeeiro	15
2.2. Histórico de danos por <i>Meloidogyne</i> spp. nos cafezais brasileiros	19
2.3. Identificação dos nematoides de galha	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Coleta das amostras	24
3.2. Processamento das amostras e identificação das espécies de <i>Meloidogyne</i>	26
3.2.1. Caracterização morfológica	26
3.2.2. Caracterização bioquímica	27
3.3. Manutenção das subpopulações de <i>Meloidogyne</i> spp.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Espécies de <i>Meloidogyne</i> Goeldi que infectam o cafeeiro no mundo.	18
Tabela 2. Espécies de nematoides de galha associadas ao cafeeiro e distribuição geográfica no Brasil.....	19
Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos amostrados, variedade de café e ano de plantio.....	26
Tabela 4. Espécies de <i>Meloidogyne</i> coletadas em cafezais do município de Araguari, MG, 2013.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização das propriedades cujos cafezais foram amostrados no município de Araguari-MG em 2013. Fonte: IBGE, 2014, adaptado pela autora.	25
Figura 2. Fenótipos de esterase de diferentes espécies de <i>Meloidogyne</i> que infectam cafeeiro no Brasil. J3= <i>M. javanica</i> . E1= <i>M. exigua</i> . I1= <i>M. incognita</i> . P1= <i>M. paranaensis</i> . Adaptado de Esbenshade e Triantaphyllou (1990) e Carneiro et al. (1996).....	29
Figura 3. Sintomas em raízes de cafeeiro infectadas por <i>Meloidogyne exigua</i>	33
Figura 4. Principais caracteres morfológicos de <i>Meloidogyne exigua</i> . A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da escala= 10 µm). C) Ausência do fenótipo de esterase.....	34
Figura 5. Sintomas do parasitismo de <i>Meloidogyne paranaensis</i> em cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.). A e B) Parte aérea das plantas com sintomas de clorose. C e D) Raízes de plantas adultas infectadas.....	35
Figura 6. Replântio de mudas entre plantas adultas infectadas por <i>Meloidogyne paranaensis</i>	36
Figura 7. Principais caracteres morfológicos e bioquímico de <i>Meloidogyne paranaensis</i> . A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da escala= 10 µm). C) Fenótipo isoenzimático de esterase.....	37
Figura 8. Sintomas da infecção por <i>Meloidogyne incognita</i> na parte área do cafeeiro	38
Figura 9. Principais caracteres morfológicos e bioquímico de <i>Meloidogyne incognita</i> . A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da scala= 10 µm). C) Fenótipo isoenzimático de esterase. J3= <i>M. javanica</i> . I1= <i>M. incognita</i>	38
Figura 10. Cultivo de cafeeiro com manutenção do solo das ruas sem vegetação. ...	40

Figura 11. Raízes de abobrinha infectadas por *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* (A) e fenótipo de *M. incognita* e *M. paranaensis* (B). J3=*M. javanica*. P1=*M. paranaensis*. I1=*M. incognita*.40

Figura 12. Raízes do melão-de-são-caetano infectadas por *Meloidogyne* sp. (A). Fenótipo isoenzimático de esterase da subpopulação recuperada das raízes (B). J3=*M. javanica*. N4=Fenótipo isoenzimático desconhecido.41

ESPÉCIES DE *Meloidogyne* GOELDI EM CAFEIEIRO NO MUNICÍPIO DE ARAGUARI-MG

RESUMO – O município de Araguari representa uma das principais microrregiões produtoras de café no Brasil. Entretanto, a produtividade dos cafezais vem sendo sensivelmente reduzida em consequência dos danos causados pelos nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.). Em face disso, este estudo foi conduzido em cafezais infestados por esses nematoides no mencionado município, com o objetivo de se identificar as espécies presentes. Foram coletadas amostras de solo e raízes em 18 cafezais no município, com sintomas de depauperamento e transportadas para o Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal, SP para o estudo. As espécies foram identificadas com base na morfologia do padrão perineal e na morfologia e morfometria da região labial dos machos, e confirmadas pelo fenótipo isoenzimático para esterase. Nas populações estudadas, foram identificadas as espécies: *Meloidogyne incognita*, que predominou nos cafezais examinados; seguida de *M. exigua*, encontrada em 5 propriedades amostradas e *M. paranaensis*, presente em apenas 3 amostras. Também, foi registrado o cultivo de plantas intercalares utilizadas para complementação da renda dos produtores, como a abóbora, cujas raízes estavam infectadas por *M. paranaensis* e *M. incognita*. Na planta daninha melão-de-são-caetano (*Momordica indica* L.), coletada em um dos cafezais amostrados encontrou-se uma espécie de *Meloidogyne* não identificada. As informações obtidas neste estudo serão úteis para o desenvolvimento de programas de manejo dessas pragas.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, distribuição geográfica, identificação de espécies, nematoides de galha, pragas

SPECIES *Meloidogyne* GOELDI COFFEE IN ARAGUARI COUNTY-MG

ABSTRACT – Araguari County represents one of the main national coffee production in Brazil. However, productivity is significantly affected by the parasitic root-knot nematodes which are cited as major pests for coffee plants. Therefore, this study was conducted in coffee plantations properties infested by nematodes in Araguari county, aiming to identify the present species. Soil and root samples from 18 coffee areas which presented depletion symptoms were collected and transported to the Laboratory of Nematology, Department of Plant Protection, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP for the study. The species were identified based on the morphology of the perineal pattern, morphology and morphometric of the lip males region, and also confirmed by esterase enzyme phenotype. In the studied populations, the identified species were: *M. incognita* which predominated in the plantations examined, followed by *M. exigua*, which was found in 5 properties sampled and *M. paranaensis*, found in only 3 samples. Also, in intermediate plants used as supplementary income like pumpkin (*Cucurbita pepo* L.), was found *M. paranaensis* and *M. incognita*. Moreover, a weed plant known as *Momordica charantia* L. was infected by a non-identified *Meloidogyne* specie. The information obtained in this study will be useful for developing these pest management programs.

Keywords: *Coffea arabica*, geographic distribution, root-knot nematodes, species identification, pest

1. INTRODUÇÃO

O café é um dos mais importantes produtos agrícolas do agronegócio internacional e o Brasil é principal produtor. O Estado de Minas Gerais se destaca como o maior produtor sendo responsável por 71,5% do *Coffea arabica* L. produzido no País. A produção de café do Sul de Minas Gerais corresponde a 49% do total, a Zona da Mata contribui com 30 %, o Cerrado com 19% e o Norte de Minas com 2% (CONAB, 2014).

Ao avaliar a evolução da cafeicultura nacional, observa-se que os fitonematoides constituem um dos principais fatores limitantes à produção. Espécies de alguns gêneros têm sido associadas ao cafeeiro e, dentre estas, destacam-se os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.), cujos danos à cultura têm sido incluídos entre as causas da migração da cafeicultura de um estado para outro (CAMPOS; VILLAIN, 2005; SANTOS, 1997).

Cinco espécies de *Meloidogyne* 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. Dentre estas, se destaca *M. exigua*, por ocorrer em praticamente todas as regiões, além de *M. incognita* e *M. paranaensis*, por ocasionar os maiores prejuízos (CAMPOS; VILLAIN, 2005).

Em levantamentos realizados entre 1999 a 2002, 1.830 amostras foram coletadas em Minas Gerais, sendo que em 22% destas foi identificada a espécie *M. exigua* (CAMPOS, 2002). Também essa mesma espécie foi relatada atacando cafezais da Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (PINHEIRO et al. , 2000) e Zona da Mata (LIMA , 2002). Em outros estudos foi detectada *M. paranaensis* em cafezais dos municípios do Alto Paranaíba e do Sul de Minas Gerais (CASTRO et al., 2003a; CASTRO; CAMPOS, 2004a), que pode ser uma ameaça para a cafeicultura mineira sendo que neste Estado predomina *M. exigua*, uma espécie menos agressiva, porém a que causa mais danos à cafeicultura pela disseminação generalizada nos cafezais (SHIGUEOKA et al., 2013). *Meloidogyne incognita*, embora seja uma das espécies mais prejudiciais a cafeicultura e de maior ocorrência

nos Estados de São Paulo (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001), e no Paraná, tem sido constada em poucas regiões cafeeiras do Estado de Minas (CAMPOS, 1997). Entretanto, segundo a EPAMIG (2009), *M. incognita* foi detectada ocasionando danos severos aos cafezais do município de Patrocínio localizado na região do Alto Paranaíba e no município de Piumhi, no Sudoeste do Estado.

Dentre os municípios produtores de Minas Gerais, Araguari é considerado um dos principais representantes da cafeicultura, com uma produção de 26.671 toneladas de grãos (IBGE, 2012). Entretanto, nos últimos anos, a produtividade sofreu significativa redução proporcionada pelo parasitismo dos nematoides de galha. Em face disso, este estudo foi conduzido em cafezais de 18 propriedades supostamente infestados por nematoides, no município de Araguari, com o objetivo de identificar as espécies de *Meloidogyne* presentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nematoides no cafeeiro

Logo após sua introdução no Brasil, em 1727, a cultura do café tornou-se uma das mais importantes fontes da riqueza nacional. Proporcionou o desenvolvimento de muitas regiões do País e, durante muitos anos, foi a principal fonte de emprego e renda para grande parte da população (EMBRAPA, 2005).

Conquanto outros países também tenham se tornado produtores de café, dentro e fora das Américas, o Brasil ainda destaca-se como o maior produtor e exportador mundial, com uma produção estimada de 49,15 milhões de sacas beneficiadas, na safra de 2013. Dentre os estados brasileiros produtores de café destacam-se Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Bahia, totalizando 95,2% da produção nacional (CONAB, 2014).

Entre as doenças que limitam à produção cafeeira, aquelas causadas por nematoides assumem grande importância em virtude dos sérios prejuízos causados, face às dificuldades de controle. As perdas ocasionadas pelos fitonematoides nas regiões produtoras de café podem chegar a 20%, sendo que 75% dessas perdas são atribuídas aos nematoides de galha (LORDELLO, 1984). Além disso, ocorrem também as perdas indiretas com o aumento dos custos de produção, como adubações adicionais devido à redução da eficiência na absorção e condução de nutrientes pelo sistema radicular e comprometimento da eficácia dos tratamentos contra outras pragas e doenças, pois as plantas infectadas se tornam mais suscetíveis aos danos causados por outros organismos e mais sujeitas aos distúrbios resultantes de condições adversas do ambiente (LORDELLO, 1984; GONÇALVES et al., 2004; BARBOSA, 2008). Em outros casos podem ocorrer a renovação precoce de cafezais e, em casos mais críticos, a perda do capital investido sucedendo, assim, o abandono da cultura e por conseguinte amplo desemprego (BARBOSA, 2008).

Os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) são mais amplamente distribuídos por todas as regiões produtoras de café do mundo que qualquer outro

grupo de fitonematoides. Das 90 espécies válidas de *Meloidogyne* alistadas por Karssen e Moens (2006), 17 infectam o cafeeiro ao redor do mundo (Tabela 1). Dessas, conforme consta na Tabela 2, cinco ocorrem no Brasil, a saber: *M. coffeicola*, *M. incognita*, *M. exigua*, *M. hapla*, e *M. paranaensis* (CAMPOS; VILLAIN, 2005). Embora *M. javanica* fosse relatada em associação com o cafeeiro, não há evidências científicas de sua capacidade de infectar o mesmo (OLIVEIRA et al., 1998; SANTOS, 1997).

Santos (1997)¹ elaborou a diagnose de uma população dos nematoides de galha associada ao cafeeiro coletada no município de Dracena-SP e a nomeou *Meloidogyne goeldii*. Contudo, a descrição formal dessa espécie não foi publicada tornando-se um *nomen nudum*. Mesmo assim, essa evidência indica que pelo menos seis espécies desses nematoides infectam o cafeeiro no Brasil e não apenas cinco.

Meloidogyne incognita, *M. exigua* e *M. paranaensis* são consideradas as espécies de maior importância econômica, devido aos severos prejuízos já relatados à cafeicultura nacional e a ampla distribuição geográfica (CARNEIRO et al., 2004). Entretanto, nenhuma das espécies que infectam o cafeeiro é tão agressiva quanto *M. coffeicola*. Com efeito, as plantas infectadas por esse nematoide morrem em pouco tempo, após o início da expressão dos sintomas, geralmente ao final de uma safra. Afortunadamente, é a espécie com a menor distribuição geográfica, entre as demais o que a torna de menor importância em relação as outras mencionadas por Castro et al. (2008).

Atualmente, *M. exigua* é 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 Minas Gerais, estima-se que esse nematoide esteja presente em praticamente todos os municípios produtores de café (CAMPOS; MELLES, 1987; OLIVEIRA et al., 2005a; 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). Em levantamentos realizados no Estado da Bahia, de 316 propriedades

¹ SANTOS, J. M. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP- Câmpus de Botucatu). Comunicação Pessoal, 1997.

avaliadas, em seis municípios, 57,3% dos cafezais amostrados estavam infestados por *M. exigua* (SOUZA et al., 2000). Além dos estados mencionados anteriormente, o mesmo já foi constatado em SP, ES, RJ, DF, CE, PA, AM, MT (SANTOS, 1997) e RO (VIEIRA JÚNIOR et al., 2008).

Durante muitos anos acreditava-se que *M. exigua* não era uma praga de importância econômica relevante para a cafeicultura, pois sua disseminação era ampla nos cafezais nacionais e, apesar disso, eram obtidas altas produtividades. No entanto, embora *M. exigua* seja considerada a espécie menos agressiva quando comparada a *M. incognita* e *M. paranaensis*, em certos casos os prejuízos à cafeicultura causadas por esse nematoide pode chegar a 45% (BARBOSA et al., 2004).

A primeira constatação de *M. incognita* em cafeeiro no Brasil, ocorreu em amostras coletadas no município de Pindorama, Estado de São Paulo (LORDELLO; MELLO FILHO, 1970). No Estado do Paraná foi comprovada a presença desse nematoide em 36 municípios amostrados (LORDELLO et al., 1974) e, 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), este nematoide também foi encontrado infectando os cafezais.

Meloidogyne paranaensis é uma das mais recentes espécies de nematoides de galha descrita em cafeeiro (CARNEIRO et al., 1996b), no Brasil. Essa espécie é considerada de grande importância para a cafeicultura brasileira, em virtude dos danos catastróficos proporcionados por esse nematoide às plantações, podendo reduzir a produtividade de cultivares suscetíveis, como Mundo Novo e Catuaí, a níveis antieconômicos, já na primeira produção (MATA et al., 2000), especialmente nos Estados do Paraná e São Paulo onde essa espécie foi uma das principais causas da quase extinção da cafeicultura (CAMPOS; VILLAIN, 2005; GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Em Minas Gerais há relatos de sua ocorrência em três municípios: Patrocínio e Serra do Salitre, na região do Alto Paranaíba (CASTRO et al., 2003a) e Piumhi, no Sul do estado (CASTRO et al., 2008). No Estado de Goiás,

Silva et al., (2008) relataram a primeira constatação de *M. paranaensis* ocasionando danos severos a uma lavoura de café.

Tabela 1. Espécies de *Meloidogyne* Goeldi que infectam o cafeeiro no mundo.

Espécies	Países	Referências
<i>M. exigua</i>	Brasil	Carneiro et al. (2004); Oliveira et al. (2005a); Correa et al. (2013)
	Honduras	Zelaya-Escoto e Satacreo (2000)
<i>M. africana</i>	Quênia, Tanzânia	Whitehead (1959); Lordello (1972)
<i>M. arabicida</i>	Costa Rica	López e Salazar (1989); Correa et al. (2013)
<i>M. arenaria</i> ^a	Guatemala	Hernández (1997); Carneiro et al. (2004)
	El Salvador	Correa et al. (2013)
<i>M. coffeicola</i>	Brasil	Castro e Campos (2004a); Kubo et al. (2001); Curi (1969)
<i>M. decalineata</i>	Tanzânia	Swai (1981); Bridge (1984)
<i>M. hapla</i>	Guatemala	Hernández (1997); Carneiro et al. (2004).
	El Salvador	Hernández (1997); Villain <i>et al.</i> , 2002).
<i>M. incognita</i>	Brasil	Souza et al. (2000); Oliveira Filho et al. (2001); Correa et al. (2013)
<i>M. inornata</i> ^b	Guatemala	Lordello (1970)
<i>M. izalcoensis</i>	El Salvado	Carneiro et al.(2005); Correa et al. (2013)
<i>M. javanica</i>	Brasil	Lordello e Lordello (2001)
<i>M. kikuyensis</i>	Quênia	Swai (1981)
<i>M. konaensis</i>	EUA	Eisenback et al. (1994)
<i>M. enterolobif</i> ^c	Cuba	Rammah & Hirschmann (1988)
<i>M. megadora</i>	Angola	Whitehead (1968)
	Uganda	Whitehead (1969)
<i>M. paranaensis</i>	Brasil	Carneiro et al. (1996b); Favoreto e Santos (2001); Kubo et al. (2001); Castro et al. (2003a); Castro e Campos (2004b); Oliveira Filho et al. (2001); Correa et al. (2013)
<i>M. oteifae</i>	Zaire	Elmiligy (1968)

^aSinoními *Meloidogyne thamesi*. ^bSinonímia de *M. incognita* ^cSinonímia *Meloidogyne mayaguensis*

Tabela 2. Espécies de nematoides de galha associadas ao cafeeiro e distribuição geográfica no Brasil.

Espécies	Estados	Referências
<i>M. paranaensis</i>	Espírito Santo	Barros et al. (2011)
	Paraná	Campos e Villain (2005)
	Goiás	Silva et al. (2008)
	Minas Gerais	Castro et al. (2003a); Castro et al. (2008)
	Paraná	Krzyzanowski et al. (2001); Carneiro et al (1996b)
	São Paulo	Campos e Villain (2005); Lordello et al (2001); Portz et al. (2006); Favoreto e Santos (2001); Oliveira Filho et al. (2001); Kubo et al. (2001); Lordello e Lordello (2001)
<i>M. incognita</i>	Bahia	Souza et al (2000)
	Rio de Janeiro	Barbosa et al. (2003)
	São Paulo	Lordello et al. (2001); Randig et al. (2004); Kubo et al. (2001); Lordello e Lordello (2001)
	Paraná	Krzyzanowski et al. (2001); Randig et al (2004)
	Rio de Janeiro	Barbosa et al (2004)
	Rondônia	Viera júnior et al. (2008)
<i>M. exigua</i>	São Paulo	Lordello et al (2001); Kubo et al. (2001); Lordello e Lordello (2001);
	Paraná	Portz et al. (2006)
	Rio de Janeiro	Barbosa et al. (2004)
	Minas Gerais	Pinheiro et al. (2000); Randig et al. (2004); Lima (2002); Castro et al. (2008)
	Bahia	Souza et al. (2000);
	Rondônia	Viera júnior et al. (2008)
<i>M. hapla</i>	Ceará	Ponte e Castro (1975)
<i>M. coffeicola</i>	Paraná	Lordello & Zamith (1960); Lordello (1970); Jaehn et al. (1980);
	São Paulo	Kubo et al. (2001); Curi et al. (1969)
	Minas Gerais	Castro e Campos (2004a)

2.2. Histórico de danos por *Meloidogyne* spp. nos cafezais brasileiros

A primeira referência aos danos causados por nematoides em cafeeiro no Brasil foi publicada por Jobert (1878), conforme menção de Goeldi (1892), quando o primeiro fez uma inspeção a cafezais que vinham sendo dizimados por uma doença

de causa desconhecida, na então Província do Rio de Janeiro. Em seu relato, Jobert noticiou que a causa da doença era um nematoide, mas não o descreveu. Nove anos mais tarde, o suíço Emílio Augusto Goeldi, então pesquisador do Museu Nacional, na Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro, descreveu o gênero e a espécie tipo e a nomeou *Meloidogyne exigua* atribuindo a essa a causa da doença que vinha destruindo os cafezais da então Província (GOELDI, 1892).

À época, Goeldi (1887) já alertava a respeito dos grandes prejuízos causados pelo nematoide de galha à cafeicultura do Rio de Janeiro, e prognosticou que o nematoide destruiria a cafeicultura naquele estado, até então o maior produtor brasileiro. Confirmado o prognóstico de Goeldi (1892), a cafeicultura do Rio de Janeiro foi substituída pela cultura da cana-de-açúcar, a partir do final do século XIX (SANTOS, 1997). A partir de então, o Estado do Paraná passou a ser o principal beneficiário dos novos investimentos na cafeicultura.

No entanto, no período de 1978 a 1980, Carneiro e Carneiro (1982) efetuaram levantamentos em cafezais do Paraná e alertaram para os prejuízos que vinham ocorrendo em virtude da ação de nematoides. Curi (1982) também fez menção à presença de *M. incognita* em fazendas de café do Estado do Paraná e informou que esse nematoide vinha causando perdas enormes à produção. Jaehn e Lambert (1978) também se referiram às pesadas perdas que os nematoides vinham impingindo à cafeicultura paranaense e apontaram *M. incognita*, *M. exigua* e *M. coffeicola* como as espécies de maior importância econômica. Essas perdas constantes causadas pelos nematoides e as frequentes geadas, somadas a períodos de preços do produto não muito atrativos, certamente foram decisivos para desestimular a cafeicultura paranaense (SANTOS, 1997).

No início do século XX, o Estado de São Paulo tornou-se o principal pólo de produção de café, porém a cafeicultura paulista já vinha sofrendo perdas significativas causados pelos nematoides de galha (SANTOS, 1997). Como consequência dos danos devastadores causados por esses patógenos, a partir da metade da década de 1980, a cafeicultura em Minas Gerais começou uma arrancada rumo à liderança na produção brasileira (BRASIL, 1987/1988) e, atualmente, a produção de café em Minas representa 54,25% da produção nacional,

com uma safra de 27,6 milhões de sacas beneficiadas no ano de 2013 (CONAB, 2014).

Entretanto, já foram relatados diversas espécies de *Meloidogyne* spp. causando danos a inúmeras propriedades cafeeiras em Minas Gerais (CAMPOS; VILLAIN, 2005; NAVES, et al., 2001). O fato é ainda mais preocupante, tendo em vista que a maioria dos cafeicultores mineiros desconhece o problema e os danos que poderão ocorrer com a disseminação desses nematoides, haja visto, todo o histórico de danos ocasionados pelos nematoides na cafeicultura nacional (EPAMIG, 2009).

O controle de nematoides em cafezais infestados tem sido pouco eficaz, uma vez que as práticas de condução das lavouras favoreceram o desenvolvimento dessas pragas. O alto risco de perdas fizeram com que muitos produtores migrassem para novas fronteiras de produção de café. Entretanto, nas novas áreas esses produtores mantiveram as mesmas práticas permitindo que os nematoides se manifestassem novamente como as principais pragas da cultura. De fato, a manutenção das ruas dos cafezais no limpo favorece a pressão de seleção e leva à exaustão da biota do solo. Com isso, o equilíbrio da biota do solo é rompido em favor dos nematoides, já que o cafeeiro é hospedeiro e perene. Nessas condições a destruição das lavouras pelos nematoides foi e continua sendo uma função do tempo (SANTOS, 1997).

2.3. Identificação dos nematoides de galha

A identificação segura das espécies dos nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) ainda é uma tarefa difícil e passível de muitos erros, mesmo para nematologistas experientes (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990). O elevado número de espécies do grupo e a variabilidade morfológica intraespecífica são aspectos dos quais resultam muitas das dificuldades. Essa variabilidade provavelmente decorre do modo de reprodução que pode variar de anfimixia à partenogênese facultativa ou obrigatória, além de outros (CARNEIRO; ALMEIDA, 2000).

A configuração perineal, segundo a técnica de Taylor e Netscher (1974); a morfologia da região labial e estilete de juvenis de segundo estágio, de machos e de fêmeas (EISENBACK, 1985a; 1985b; HIRSCHMANN, 1985), a gama de hospedeiros (HARTMAN e SASSER, 1985); características citogenéticas (TRANTAPHYLLOU, 1985), análises bioquímicas (HUSSEY et al., 1972) e moleculares (CURRAN et al., 1986) são os recursos disponíveis para a identificação das espécies.

Durante muitos anos, a padrão perineal das fêmeas adultas foi a técnica morfológica mais utilizada na identificação de espécies de *Meloidogyne*, pelo fato do tipo de estrias que compõem o padrão e o arranjo delas exibirem uma característica própria de cada espécie. Entretanto, Carneiro et al. (2005b) apontaram a utilização dessa característica, somada a hospedeiros diferenciadores para identificação das espécies de *Meloidogyne* que infectam o cafeeiro como as fontes de erro, tanto nas pesquisas realizadas no Brasil como em outros países. A subjetividade no julgamento de um padrão perineal, além do surgimento de populações com configurações perineais atípicas, tornavam essa prática ainda mais difícil (CASTRO et al., 2003b).

Dentre as técnicas para análise de proteínas (enzimáticas ou não), a eletroforese em gel de poliacrilamida é a mais versátil e facilmente aplicável. Foi confirmado que o fenótipo de esterase é uma característica bioquímica de grande relevância na identificação das principais espécies do gênero (CARNEIRO et al., 1996a; KUNIEDA DE ALONSO; ALFENAS, 1998; ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1985, 1990). Os fenótipos de malato desidrogenase são auxiliares à diferenciação de espécies cujos fenótipos de esterase são idênticos, como é o caso de *M. naasi* e *M. exigua* (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990, 1985).

Utilizando essa técnica, Carneiro et al. (1996b) identificaram as espécies mais frequentes de *Meloidogyne* que infectam o cafeeiro no Brasil e ainda confirmaram a detecção de uma nova espécie nomeada *M. paranaenses*, a qual foi confundida com *M. incognita* durante cerca de 14 anos. Em estudos posteriores, Carneiro et al. (2004) diferenciaram várias populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de cafezais de diferentes regiões do Brasil, América Central e E.U.A, com base nos fenótipos de esterase, morfologia e polimorfismo molecular. Os fenótipos de

esterase (Est) mostraram-se específicos e uma ótima ferramenta para identificar espécie de *Meloidogyne* em cafeeiro: *M. incognita* (Est I1, I2), *M. paranaensis* (Est P1, P2), *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (Est A2), *M. arabicida* López & Salazar, 1989 (Est AR2), *M. exigua* (Est E1), *M. enterolobii* Yang e Eisenback, 1988 (Est M2) e duas populações desconhecidas, (Est SA2, SA4), posteriormente descritas como *M. izalcoensis* (CARNEIRO et al., 2005a). Os padrões perineais, isoladamente, foram excessivamente subjetivos e pouco preciso, sendo útil como um método complementar à caracterização enzimática de modo a propiciar uma identificação precisa das espécies. Mencionaram que características de machos foram importantes para confirmar a diagnose de algumas espécies que, desta forma, podem ser diferenciadas, tais como *M. paranaensis*, *M. exigua* e *M. incognita*. Contudo, qualquer dos critérios tradicionais para identificação das espécies pode ser potencializado quando utilizado em combinação com outros. Assim, o padrão perineal, combinado com morfologia da região labial de machos pode propiciar uma identificação segura das espécies de *Meloidogyne* que infectam o cafeeiro no Brasil (SANTOS, 1997).

1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1. Coleta das amostras

Foram escolhidas 18 propriedades de café de pequenos produtores com histórico de problemas supostamente causados por nematoides, geograficamente posicionadas em diferentes microrregiões do município de Araguari (Figura 1). As lavouras foram inspecionadas documentando-se o aspecto geral dos cafezais e de plantas que exibiam sintomas de depauperamento, ou seja: amarelecimento da parte aérea, baixa densidade foliar e seca de ramos. Em cada propriedade foram coletadas cerca de três amostras simples para compor uma amostra composta, sendo que as amostragens foram efetuadas apenas em plantas que exibiam sintomas de depauperamento. As coletas foram realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2013.

No processo de coleta das amostras, plantas em avançado processo de depauperamento foram escavadas em volta, com auxílio de um enxadão e arrancadas. Solo e raízes foram coletadas, notadamente as que exibiam galhas, engrossamentos ou necroses, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para o Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, onde permaneceram em uma câmara fria a 10° C, por no máximo duas semanas, até o processamento.

Em uma ficha de campo, à parte, foram anotados os dados que identificavam as amostras como as coordenadas geográficas (UTM) dos pontos amostrados, variedade do cafeeiro e o ano de plantio (Tabela 3).



Figura 1. Localização das propriedades cujos cafezais foram amostrados no município de Araguari-MG em 2013. Fonte: IBGE, 2014, adaptado pela autora.

Tabela 3. Coordenadas geográficas dos pontos amostrados, variedade de café e ano de plantio

Propriedades	Coordenadas geográficas (UTM)		Variedade	Ano de plantio
	E	N		
01	797614.6530	7945697.7440	Catuaí	2004
02	795437.3940	7947852.0130	Mundo Novo	2010
03	793768.5400	7946672.5610	Catuaí	2005
04	795105.7320	7939341.8870	Mundo Novo	Desconhecido
05	784683.6360	7946989.0720	Catuaí	2003
06	784680.3830	7946118.5790	Mundo Novo	2004
07	806164.4050	7928511.4930	Mundo Novo	2011
08	804574.7710	7927817.7270	Catuaí	2000
09	816309.9840	7924237.9820	Mundo Novo	2009
10	798996.8170	7931119.9530	Mundo Novo	2007
11	798456.6340	7931860.7580	Mundo Novo	2001
12	794952.7290	7939955.7340	Mundo Novo	2008
13	794951.4460	7939885.3450	Mundo Novo	2008
14	790214.2310	7948663.3650	Catuaí	2002
15	792508.5170	7938910.3210	Mundo Novo	2013
16	793677.3920	7947257.3160	Mundo Novo	2008
17	791943.2200	7937915.3460	Mundo Novo	2005
18	192985.2500	7907425.0810	Mundo Novo	2004

3.2. Processamento das amostras e identificação das espécies de *Meloidogyne*

3.2.1. Caracterização morfológica

Inicialmente, as raízes foram separadas da porção do material de solo, lavadas e fotografadas para a documentação dos sintomas típicos da infecção ocasionados por *Meloidogyne* spp.

O material de solo foi utilizado para extração de machos pela técnica de Jenkins (1964). Uma porção das raízes infectadas também foi utilizada para o mesmo fim, pelo método de incubação de Young (1954), tendo em vista a documentação da morfologia da região labial de machos em fotomicroscópio, conforme Eisenback et al. (1981) e mensurações do comprimento do estilete, utilizando-se para isso um sistema constituído por um fotomicroscópio Olympus BX50 com uma câmera digital Olympus DP72, acoplada a um microcomputador. A captura das imagens e as mensurações foram efetuadas utilizando-se o software Image Pro Plus da Media Cybernetics.

Cerca de 20 fêmeas que já estavam exibindo massas de ovos foram removidas das raízes, uma a uma, sob estereoscópio e transferidas para uma gota de ácido láctico 45%, sobre uma placa de Petri de plástico. A região posterior das fêmeas foi cortada com um bisturi até adquirir uma forma retangular, em que a vulva estava posicionada do centro do retângulo da cutícula e, em seguida foi transferida para uma gota de glicerina sobre uma lamina de microscópio de 26 x 76 mm. A face externa desse material contendo o padrão perineal foi posicionada para cima e recoberta com a lamínula de 22 x 22 mm. Foram montadas duas lâminas com dez padrões perineais cada. A identificação da espécie foi efetuada com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, de acordo com Taylor e Netscher (1974), sob microscópio fotônico. Os padrões perineais foram fotomicrografados com auxílio do sistema de aquisição de imagens descrito anteriormente.

3.2.2. Caracterização bioquímica

Cerca de 20 fêmeas, branco leitosas em oviposição, foram retiradas das raízes, uma a uma, sob estereoscópio e transferidas para os tubos de microcentrífuga (eppendorf), contendo 12 µL da solução extratora (2g de sacarose, 100 µL de Triton X-100 e 2 gotas de azul de bromofenol a 0,01% em 7,8 mL de água destilada). As amostras devidamente identificadas foram acondicionadas em um freezer (-20°C). Após o congelamento das amostras, efetuou-se a maceração das

fêmeas com um bastão de vidro (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1985, 1990). Em seguida as amostras foram mantidas no freezer até o momento da eletroforese.

Foram utilizados para identificação do fenótipo isoenzimático de esterase, um sistema tradicional de eletroforese vertical Mini Protean II da BIO-RAD. Nesse sistema utilizou-se géis de 100 x 82 x 1 mm, preparados a partir de solução contendo 3,85 mL de tampão Tris-HCl a 2,25 M, pH 8,8; 6,16 mL de solução estoque contendo 30% de acrilamida e 0,8% de bis acrilamida (N, N'-bis-metileno-acrilamida); 12,8 mL de água destilada; 0,02 mL de TEMED (N,N,N',N'-tetrametileno diamino) e 0,2 mL de de amônio a 10%. Imediatamente após a adição do persulfato a solução foi homogeneizada e aquecida, em seguida vertida entre as placas modeladoras do gel, até atingir a borda superior. Imediatamente, aplicou-se um pente para a formação de 10 poços. Após a polimerização do gel, à temperatura ambiente (10 à 20 minutos), o pente foi retirado e os poços foram limpos e secos com papel de filtro.

O gel entre as placas de vidro foi colocado na cuba eletrolítica contendo uma solução tampão de eletrodos, constituída de 1,5 g de Tris, 7,1 g de glicina e água destilada q.s.p. 1000 mL. Com auxílio de uma micropipeta de 10 µL, as amostras foram aplicadas nos poços. Em dois poços de cada gel foram aplicadas as amostras do controle constituído por macerado de fêmeas de *M. javanica*, oriundas de amostras puras e fenótipo isoenzimático conhecido. Nos poços restantes, foram aplicadas as amostras das subpopulações em estudo. A eletroforese foi conduzida a 200V constantes, sendo interrompida após 60 minutos de corrida.

Ao final da corrida, os géis foram retirados das placas e mergulhados em 100 mL de solução tampão fosfato de sódio a 0,1 M, pH 6,2, por cerca de 30 minutos. A seguir, a solução tampão foi substituída por uma solução corante. Essa solução é constituída de 100 mL da solução tampão fosfato, 100 mg de "Fast Blue" RR e 60 mg de acetato de α -naftil, previamente dissolvido em 0,5 mL de acetona. O gel foi mantido nessa solução corante por 60 minutos, a 39 °C, no escuro, agitando-se levemente a cada 15 minutos. Após a coloração, a solução corante foi substituída por uma solução descorante, constituída de 90 mL de etanol absoluto, 15 mL de ácido acético glacial e 195 mL de água destilada. O gel foi retido nessa solução até se obter um contraste satisfatório.

Em seguida, a solução decolorante foi substituída pela solução secadora, constituída por 600 mL de água destilada, 400 mL de metanol e 30 mL de glicerina e os géis foram mantidos nessa solução por 60 minutos. Então, uma folha de papel celofane poroso de cerca de 30 x 30 cm foi imersa na solução secadora e estendida sobre uma placa de vidro de 50 x 50 cm. O gel foi transferido para o centro desta folha e, então, foi recoberto com outra folha idêntica, também embebida na mesma solução, evitando-se a formação de bolhas de ar. Os bordos das folhas foram secos com papel absorvente e fixados a placa de vidro por todo seu perímetro com fita adesiva, permanecendo nessa condição por 24 horas para secagem. Posteriormente, o gel foi retirado e documentado através do processo de escaneamento. Os fenótipos isoenzimáticos para esterase (Figura 2) das diferentes subpopulações foram identificados segundo Esbenshade e Triantaphyllou (1990) e Carneiro et al. (1996b).

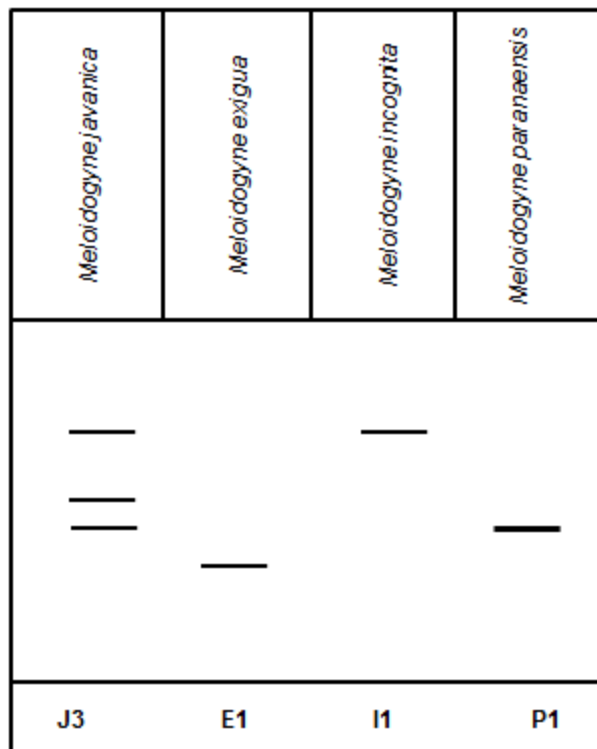


Figura 2. Fenótipos de esterase de diferentes espécies de *Meloidogyne* que infectam cafeeiro no Brasil. J3= *M. javanica*. E1= *M. exigua*. I1= *M. incognita*. P1= *M. paranaensis*. Adaptado de Esbenshade e Triantaphyllou (1990) e Carneiro et al. (1996b).

3.3. Manutenção das subpopulações de *Meloidogyne* spp.

Para o estabelecimento das subpopulações de *Meloidogyne* spp., em casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, 18 vasos de plástico com 4 litros de capacidade foram preenchidos com uma mistura de areia e terra na proporção de 2:1, previamente autoclavada.

Uma muda de cafeeiro cv. Catuaí, com três pares de folhas verdadeiras produzida em casa de vegetação, em tubete contendo substrato orgânico, e outra de tomateiro (*Solanum lycopersicum* Mill.) cv. Santa Cruz Kada Paulista, produzidas em bandejas de poliestireno expandido contendo o mesmo substrato, com 30 dias, após a germinação foram transplantadas para cada vaso.

Após a obtenção dos espécimes para a caracterização morfológica e bioquímica, os segmentos de raízes com galhas, engrossamentos irregulares, rachaduras e outras malformações foram cortadas com uma tesoura de poda e trituradas em liquidificador. Em seguida, o material foi vertido nas peneiras de 60 mesh (aberturas de 0,250 mm) sob a de 500 mesh (aberturas de 0,025 mm). O material retido na peneira de 500 mesh foi recolhido em um béquer de 500 mL. As raízes das mudas de cafeeiro e tomateiro foram parcialmente descobertas com auxílio de jatos de água, aplicados com uma mangueira e a suspensão do inóculo de cada subpopulação foi vertida sobre as raízes das mudas de modo a se estabelecer um vaso para cada subpopulação dos nematoides. Esses vasos foram etiquetados com a identificação das respectivas subpopulações e mantidos em casa de vegetação, durante 48 dias. Então, espécimes de cada subpopulação foram removidos das raízes de tomateiro para preparação de novos padrões perineais e obtenção dos fenótipos isoenzimático para esterase, para a confirmação dos dados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as 18 amostras analisadas, oriundas das propriedades cafeeiras da microrregião de Araguari, verificou-se a presença de subpopulações de *Meloidogyne* spp. em 16 delas. Nas subpopulações estudadas, foram identificadas as espécies de *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. A identificação de duas subpopulações não foi possível, em razão do reduzido número de espécimes recuperados das amostras (Tabela 4).

Tabela 4. Espécies de *Meloidogyne* coletadas em cafezais do município de Araguari, MG, 2013.

Propriedades	Número de amostras	Espécie	Fenótipo Esterase
01	01	<i>Meloidogyne incognita</i>	I1
		<i>M. exigua</i>	E1
02	01	<i>M. incognita</i>	I1
03	01	<i>M. incognita</i>	I1
04	01	<i>M. incognita</i>	I1
		<i>M. paranaensis</i>	P1
05	01	<i>M. exigua</i>	E1
06	01	<i>M. incognita</i>	I1
07**	01	<i>Meloidogyne</i> sp.	-
08*	01	-	-
09	01	<i>M. incognita</i>	I1
10**	01	<i>Meloidogyne</i> sp.	-
11	01	<i>M. incognita</i>	I1
12	01	<i>M. paranaensis</i>	P1
13*	01	-	-
14	01	<i>M. incognita</i>	I1
15	01	<i>M. incognita</i>	I1
16	01	<i>M. exigua</i>	E1
17	01	<i>M. exigua</i>	E1
18	01	<i>M. paranaensis</i>	P1
		<i>M. exigua</i>	E1

Nas propriedades 08* e 13* raízes não infectadas por *Meloidogyne* spp. Nas propriedades 07** e 10** as espécies de *Meloidogyne* não foram identificadas.

Dentre as espécies identificadas observou-se que *M. incognita* foi a mais frequente nas amostras analisadas. Com efeito, essa espécie foi encontrada em 9 dos 18 cafezais inspecionados. Esse registro indica que vem ocorrendo uma alternância da espécie predominante nos cafezais de Araguari, visto que, em levantamento conduzido na região, em 1997, *M. exigua* era a espécie predominante (PINHEIRO et al., 2000). *M. exigua*, é a espécie mais distribuídas nos cafezais de todas as regiões produtoras do país, sendo considerada a espécie menos agressiva de todas que infectam o cafeeiro no Brasil (SALGADO et al., 2002). No presente estudo essa espécie foi encontrada em cinco dos cafezais inspecionados. De fato, cafezais infestados por essa espécie, a mais de 50 anos, ainda estavam em franca produção na Zona da Mata e Sul de Minas Gerais, em 2005 e 2008, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2005b; CASTRO et al., 2008). Apesar disso, em certos casos as perdas causadas por essa espécie em cafeeiro podem chegar a 45%, segundo Barbosa et al. (2004).

Meloidogyne incognita, ao contrário, sempre foi considerada uma das espécies mais destrutivas dos cafezais, não apenas no Brasil (SOUZA, 2008). Por conseguinte, os dados indicam que os cafezais de Araguari estão sobre forte ameaça, exigindo medidas efetivas e urgentes de controle dessa praga. Nos Estados do Paraná e São Paulo, onde os nematoides foram a causa da decadência da cafeicultura, *M. incognita* foi a espécie predominante ao lado de *M. paranaensis* (SANTOS, 1997; GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Esta última foi encontrada em 3 dos 18 cafezais examinados, salientando, ainda mais, o grau de risco que a cafeicultura do município de Araguari está sujeita, haja visto que essa é a segunda espécie mais destrutiva dos cafezais brasileiros (CASTRO et al., 2008).

As raízes de cafeeiro infectadas por *M. exigua* exibem galhas de até cerca de 5 mm nas extremidades das raízes, além de galhas menores ao longo das radículas. Raízes lignificadas de maior diâmetro não são infectadas por essa espécie (CASTRO et al. 2008). Ao contrário das outras espécies de *Meloidogyne* que infectam o cafeeiro, as massas de ovos de *M. exigua* são encontradas imersas nos tecidos das galhas (Figura 3). Esse detalhe das inter-relações de *M. exigua* com o cafeeiro tem implicações importantes para o controle biológico desse nematoide,

uma vez que os agentes do controle biológico, usualmente, não colonizam os tecidos internos das raízes.

A configuração perineal de *M. exigua*, a segunda espécie mais frequente, no estudo em questão, tem a forma arredondada, com arco dorsal relativamente baixo, levemente plano, com estrias grossas e bem espaçadas. As linhas laterais normalmente imperceptíveis, demarcadas por estrias que se dobram ou se interrompem, conforme menção de Hunt e Handoo (2009) e ilustração na Figura 4A.



Figura 3. Sintomas em raízes de cafeeiro infectadas por *Meloidogyne exigua*.

A morfologia da região labial de machos, em posição lateral, e o comprimento do estilete são caracteres importantes para a identificação da espécie. A placa labial dos machos é relativamente baixa e a região labial não exibe estrias transversais. O estilete mede cerca de 18 a 20 μm de comprimento com nódulos basais arredondados (HUNT; HANDOO, 2009). Em posição lateral, frequentemente se observa certa angulosidade do nódulo basal do lado dorsal, como ilustrado na Figura 4B. Pela eletroforese de isoenzimas no sistema vertical empregado, mesmo fazendo-se a maceração de 20 fêmeas, em 12 μL de solução extratora não foram obtidas bandas de alfa esterase (Figura 4C) para as subpopulações estudadas. De fato, a baixa atividade da esterase em *M. exigua* tem sido constatada por outros pesquisadores (CASTRO et al., 2008).

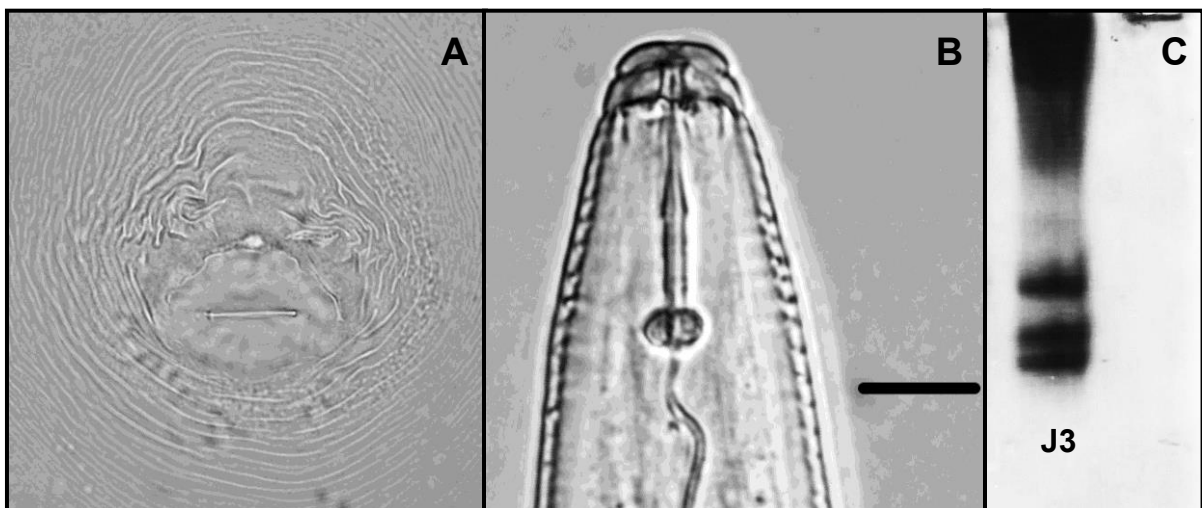


Figura 4. Principais caracteres morfológicos de *Meloidogyne exigua*. A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da escala= 10 μm). C) Ausência do fenótipo de esterase.

Nas lavouras infestadas por *M. paranaensis*, os cafeeiros exibem amarelecimento generalizado (Figuras. 5A e B) e reduzida massa de radículas. As raízes lignificadas, apresentavam aspecto de cortiça, exibiam rachaduras, engrossamentos, ausência de galhas típicas e necroses dos tecidos (Figura 5C e D). Tais danos comprometem à absorção e o transporte de nutrientes, resultando em

clorose e comprometimento ao desenvolvimento da planta, podendo causar a sua morte, conforme mencionado por Carneiro et al., (1996b) e Silvia et al. (2008).

Na tentativa de recuperar áreas com grande número de plantas depauperadas devido ao ataque severo do *M. paranaensis*, produtores desinformados investem em replantios, sem que para isso tenham adotado qualquer medida que vise erradicar ou reduzir a população do nematoide no solo. Em consequência, a nova planta também terá o seu desenvolvimento comprometido (Figura 6).

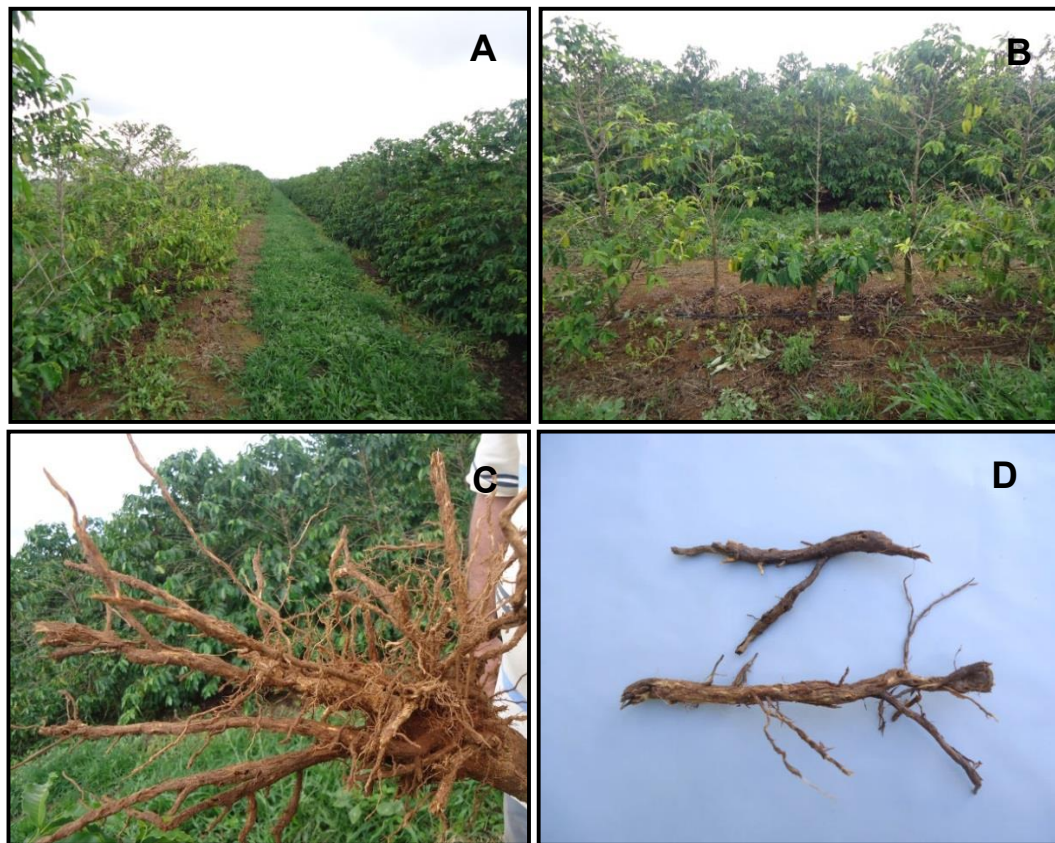


Figura 5. Sintomas do parasitismo de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). A e B) Parte aérea das plantas com sintomas de clorose. C e D) Raízes de plantas adultas infectadas.



Figura 6. Replanteio de mudas entre plantas adultas infectadas por *Meloidogyne paranaensis*.

O arco dorsal do padrão perineal de *M. paranaensis* é alto, aproximadamente retangular e com estrias lisas a onduladas (Figura 7A), se assemelhando ao padrão de *M. incognita*.

Durante muitos anos, quando a identificação das espécies era feita apenas com base na morfologia do padrão perineal, essa semelhança entre os padrões de ambas as espécies foi a causa de muitos erros na identificação desses nematoides. A morfologia da região labial dos machos é muito útil para distinção entre essas espécies. Como ilustrado na Figura 7B, a placa labial dos machos de *M. paranaensis*, em posição lateral, é tão larga quanto a base da região labial (CARNEIRO et al., 1996) e não exibe a forma trapezoidal como em *M. incognita*. Além disso, a região labial do macho em posição lateral é lisa, não exibindo estrias transversais. Os nódulos basais do estilete são ligeiramente angulosos e o comprimento médio do estilete é de 24 μm (SANTOS, 1997). Carneiro et al. (1996b) apresentaram a amplitude de variação do comprimento do estilete dos machos de 20 a 27 μm . O fenótipo de esterase característico desse nematoide exibe uma banda muito ativa na altura da banda de maior mobilidade do fenótipo de *M. javanica*

(Treb) Chitwood, como pode ser observado na Fig. 7C. Essa acentuada atividade, entretanto, parece resultar da presença de duas bandas muito próximas.

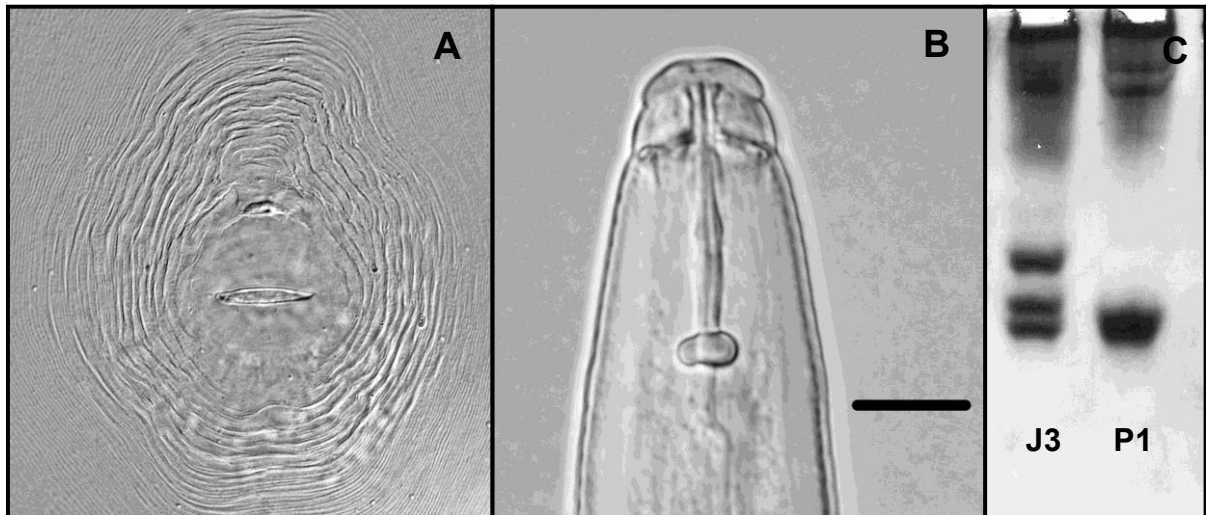


Figura 7. Principais caracteres morfológicos e bioquímico de *Meloidogyne paranaensis*. A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da escala= 10 μ m). C) Fenótipo isoenzimático de esterase.

Meloidogyne incognita foi encontrada em cafezais adultos que também apresentavam amarelecimento e queda prematura das folhas, conforme ilustrado na Figura 8. A configuração perineal observada corresponde às características marcantes de *M. incognita*, conforme a descrição elaborada por Eisenback et al. (1981). O arco dorsal é elevado, em forma trapezoidal, estrias grossas, ausência de campo lateral e estrias em “V” nas regiões correspondentes aos campos laterais (Figura 9A). Os machos apresentavam placa labial trapezoidal, disco labial proeminente e região labial com estrias transversais incompletas (Figura 9B). Entre os nematoides de galha que infectam o cafeeiro no Brasil, essa característica dos machos é vista apenas em *M. incognita*. Eisenback et al., (1981) mencionou que o comprimento do estilete dos machos de *M. incognita* variou de 23 a 25 μ m. O comprimento do estilete dos machos da subpopulação de *M. incognita* encontrada nos cafezais de Araguari mediu, em média, 23 μ m (n=5). O fenótipo isoenzimático para esterase confirmou a identificação dessa espécie. De fato, observa-se apenas

uma banda de esterase na altura da banda de menor mobilidade do fenótipo de *M. javanica* (Figura 9C).



Figura 8. Sintomas da infecção por *Meloidogyne incognita* na parte área do cafeeiro

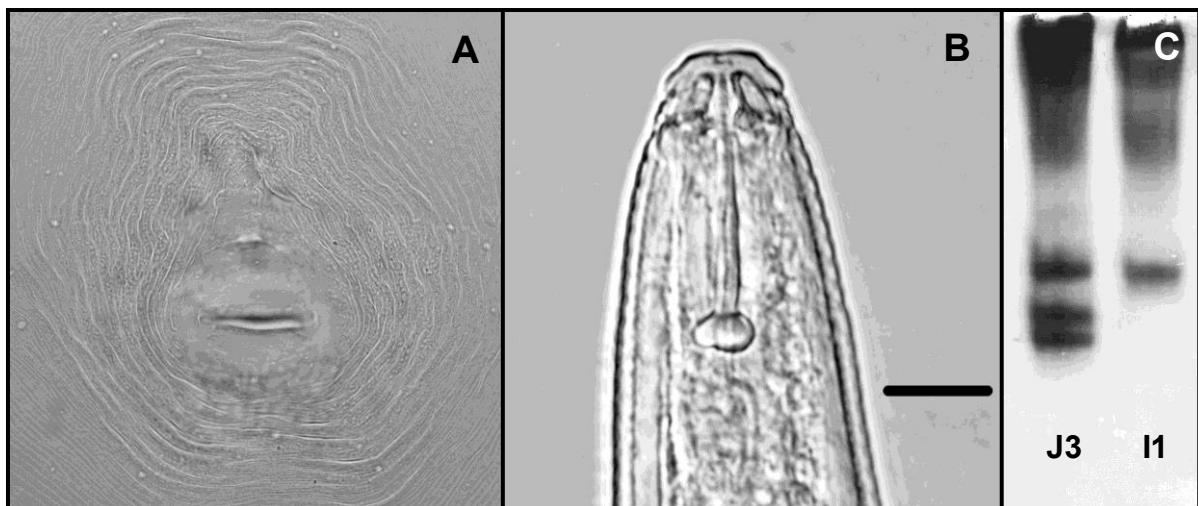


Figura 9. Principais caracteres morfológicos e bioquímico de *Meloidogyne incognita*. A) Padrão perineal. B) Região labial do macho (Barra da escala= 10 µm). C) Fenótipo isoenzimático de esterase. J3=*M. javanica*. I1= *M. incognita*.

A dispersão desses nematoides nas regiões cafeeiras do Brasil, geralmente decorre da ausência de um rigoroso programa de certificação de mudas. Além disso, usualmente não se adota nenhum controle à circulação de máquinas e implementos agrícolas cujas partículas de solo infestado, aderidas aos pneus e outras partes dos veículos e implementos funcionam como meios de dispersão dos nematoides. No cafezal inspecionado no ponto 12, constatou-se várias plantas infectadas por *M. paranaensis* na primeira linha à margem da rodovia, sugerindo que o nematoide foi introduzido no local por essa via. Além disso, as práticas de manejo da cultura assemelham-se ao que historicamente foi praticado por produtores brasileiros desde o Brasil Império (GOELDI, 1892). De fato, a maior parte dos cafeicultores de Araguari é oriunda do Paraná e de São Paulo, onde os nematoides devastaram a cafeicultura, obrigando-os a migrarem para novas fronteiras. Nos novos polos de produção de café, as mesmas práticas foram mantidas e essas favoreceram aos nematoides. A manutenção do solo limpo nas ruas do cafezal (Figura 10), por exemplo, aumenta a pressão de seleção, favorece a erosão e destrói a biota do solo, possibilitando que os nematoides se tornem as pragas dominantes do agroecossistema (BARBOSA et. al., 2013). Por conseguinte, quando surge um problema causado por uma espécie de *Meloidogyne* em um cafezal, o problema se agrava, causando acentuado depauperamento da cultura em pouco tempo (KRZYZANOWSKI, 2006). Como *M. incognita* e *M. paranaensis* são as duas espécies mais agressivas do cafeeiro no Brasil, os dados obtidos evidenciam o alto risco de depauperamento dos cafezais do município, a curto e médio prazo, se medidas urgentes de controle não forem adotadas.

Em outras duas áreas cujas plantas exibiam sintomas nas partes aéreas semelhantes aos causados por nematoides, como desfolha e amarelecimento, não foi detectada a presença destes nas amostras. Portanto, o diagnóstico de problemas causados por nematoides no cafeeiro sempre irá requerer o exame de raízes das plantas sintomáticas, em vez de observações da parte aérea, apenas.

Durante as inspeções foi registrado o cultivo de olerícolas, como a abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) infectada por *M. paranaensis* e *M. incognita* (Figura 11A e B). Apesar da possibilidade de constituir fonte adicional de renda para os cafeicultores, principalmente em épocas que o café tem baixa cotação no mercado, o cultivo de



Figura 10. Cultivo de cafeeiro com manutenção do solo das ruas sem vegetação.



Figura 11. Raízes de abobrinha infectadas por *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* (A) e fenótipo de *M. incognita* e *M. paranaensis* (B). J3=*M. javanica*. P1=*M. paranaensis*. I1=*M. inconita*.

olerícolas, tais como, batata, vagem, abobrinha e outras, poderá aumentar a infestação do solo, consequentemente potencializando os danos na cultura principal.

Além das culturas intercalares, plantas daninhas também podem hospedar os nematoides do cafeeiro. Com efeito, em duas propriedades foram encontradas populações de *Meloidogyne* spp. infectando melão-de-são-caetano (*Momordica indica* L.) e maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). A população analisada do melão de São Caetano exibiu 4 bandas de esterase (Figura 12), mas o padrão perineal se assemelha a *M. javanica*. Esse dado permitiu aventar-se a hipótese de que se trata de uma espécie não descrita. Outros estudos deverão ser realizados afim de confirmar a hipótese inicial e averiguar a hospedabilidade do cafeeiro a esse nematoide, assim como de outras plantas de interesse comercial.



Figura 12. Raízes do melão-de-são-caetano infectadas por *Meloidogyne* sp. (A). Fenótipo isoenzimático de esterase da subpopulação recuperada das raízes (B). J3=*M. javanica*. N4=Fenótipo isoenzimático desconhecido.

5. CONCLUSÕES

Os dados obtidos no presente dão suporte as seguintes conclusões:

- ✓ *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* são as principais espécies de nematoides de galha presentes nos cafezais do município de Araguari, MG.
- ✓ *Meloidogyne incognita* é a espécie predominante nos cafezais examinados.
- ✓ *Meloidogyne exigua* é a segunda mais distribuída seguida de *M. paranaensis*.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, B. F. F.; SANTOS, J. M. DOS; BARBOSA, J. C.; SOARES, P. L. M.; RUAS, A. R.; CARVALHO, R. B. DE. Agressividade de *Pratylenchus brachyurus* à cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave *Pratylenchus zaeae*. **Nematropica**, v. 43, n. 1, p.119-130, 2013.
- BARBOSA, D. H. S. G. **Manejo cultural, químico e genético em áreas cafeeiras infestadas por *Meloidogyne exigua* na região noroeste Fluminense**. 2008. 105 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes, 2008.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; SOUZA, R. M.; SILVA, C. P.; ANDRADE, W. E. B.; ENGELHARDT, M. A.; PINTO, J. F. Survey of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in coffee plantations in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira**, v. 28, n.1, p. 43-47, 2003. 2004
- BARROS, A. F.; OLIVEIRA, R. D. L.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. O.; COUTINHO, R. R. *Meloidogyne paranaensis* attacking coffee trees in Espírito Santo State, Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**. v.6, p.43-45, 2011.
- BRASIL. **Anuário estatístico do Brasil**. IBGE, v.48, p.334. 1987/1988.
- BRIDGE, J. Coffee Nematode Survey of Tanzania. Report on a visit to examine plant parasitic nematodes of coffee in Tanzania, February/March 1984. **Commonwealth Institute of Parasitology**, St Albans, UK. 22p. 1984.
- CAMPOS, V. P. Café (*Coffea arabica* L.) Controle de doenças. Doenças causadas por nematoides. In: VALE, F. X. R.; Zambolim, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p.141-180
- CAMPOS, V. P. Controle de doenças causadas por nematoides. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. (eds) **Controle de doenças de plantas**. v.1. Editora Universitária, Viçosa, MG, Brazil, 2002. p. 141-170.
- 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.
- CAMPOS, V. P.; VILLAIN, L. Nematodes parasites of coffee and cocoa. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CAB International, 2005. cap. 14, p.529-579.
- CARNEIRO, R. G.; CARNEIRO, R. M. D. G. Levantamento preliminar dos nematoides do gênero *Meloidogyne* associados à cultura do café no norte do Paraná, no período de 1978-80. **Nematologia Brasileira**, v.6, p.133-39, 1982.
- CARNEIRO, R. M .D. G.; RANDIG, O.; ALMEIDA, M. R. A.; GONÇALVES, W. Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro nos Estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-Multiplex-PCR. **Nematologia Brasileira**, v.29, n.2, p.233-241. 2005b.

CARNEIRO, R. M. D. G., ALMEIDA, M. R. A. & CARNEIRO, R. G. Enzyme phenotypes of Brazilian population of *Meloidogyne* spp. **Fundamental and applied nematology**, v.19, n. 6, p.555-560. 1996a.

CARNEIRO, R. M. D. G., ALMEIDA, M. R. A., GOMES, A. C. M. M.; HERNÁNDEZ, A. *Meloidogyne izalcoensis* n.sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising coffee in El Salvador. **Nematology**, v. 7, p.819-832. 2005a.

CARNEIRO, R. M. D. G., CARNEIRO, R. G., ABRANTES, M. O., SANTOS, M. S. N. A. & ALMEIDA, M. R. *Meloidogyne paranaensis* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing coffee in Brazil. **Journal of Nematology**, v. 28, n.2, p.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.

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?>. Acesso em: 20 dez. 2013.

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P. Ocorrência de *Meloidogyne coffeicola* em cafeeiro na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n. 2, p.227. 2004a.

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P. Ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro na região do Sul de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, v.30, n.4 p.507. 2004b.

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P.; NAVES, R. L. Ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiros na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 5, p. 565, 2003a.

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.

CASTRO, J.M.C., LIMA, R.D. & CARNEIRO, R.M.D.G. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. **Nematologia Brasileira**, 27, n.1, p.1-12. 2003b.

CONAB 2014: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Primeiro Levantamento**. Brasília, p. 1-20, janeiro de 2014. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_09_09_18_57_boletim_cafe_-_original.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2014.

CORREA, V.R.; SANTOS, M.F.A.; ALMEIDA, M.R.A.A.; PEIXOTO, J.R.P.; CASTAGNONE-SERENO, P.; CARNEIRO, R.M.D.G. Species-specific DNA markers for identification of two root-knot nematodes of coffee: *Meloidogyne arabicida* and *M. izalcoensis*. **Journal of Plant Pathology**, v. 137, n.2, p.305-313. 2013.

CURI, S. M. Coffee culture problems caused by root-knot nematodes in Brazil. In: RESEARCH AND PLANNING CONFERENCE ON ROOT-KNOT NEMATODES *Meloidogyne* spp., 1982, Brasilia. **Proceedings...** Raleigh, USA: North Carolina State University Graphics, 1982. p.35-42.

CURI, S. M.; MONTEIRO, L. G. E.; DE BONA, A.; CINTRA, A. F. Levantamento do nematoide do cafeeiro *Meloidogyne coffeicola*, no Estado de São Paulo. **O Biológico**. v. 35, n. 2, p.41-44. 1969.

CURRAN, J.; MCCLURE, M. A.; WEBSTER, J. M. Genotypic differentiation of *Meloidogyne* populations by detection of restriction fragment length difference in total DNA. **Journal of Nematology**. v.18, n.1, p.83-86, 1986.

EISENBACK, J. A.; BERNARD, E. C.; SCHMITT, D. P. Description of the Kona coffee root-knot nematode, *Meloidogyne konaensis* n. sp. **Journal of Nematology**, v. 26, n.4, p.363-74, 1994.

EISENBACK, J. D. Detailed morphology and anatomy of second-stage juveniles, males, and females of the genus *Meloidogyne* (root-knot nematodes) In: SASSER J. N.; CARTER C. C., (Eds). **An advanced treatise on Meloidogyne**, v. 1. Biology and Control. Raleigh, NC: North Carolina State University Graphics, 1985a. p. 47–78.

EISENBACK, J. D. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). In SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on Meloidogyne**. v. 1: Biology and Control Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985b. p.95-112.

EISENBACK, J. D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J. N.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne species) with a pictorial key**. Raleigh: The Departments of Plant Pathology and Genetics of North Carolina State University and United States Agency for International Development, 1981. 48p.

ELMILIGY, I. A. Three new species of the genus *Meloidogyne*, Goeldi, 1887 (Nematoda:Heteroderidae). **Nematologica**, v.14, n. 4, p. 577–590. 1968.

EMBRAPA. **A importância do café nosso de todos os dias**. 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/folder>>. Acesso em: 11 de jan. 2014.

EPAMIG. Epamig alerta sobre nematoides em Minas Gerais. **Revista cafeicultura**, 2009. Disponível em: <<http://www.revistacafeicultura.com.br>>. Acesso em: 13 de jan. 2014.

ESBENSHADE, P. R.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. Isozyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, v.22, p.10-15. 1990.

ESBENSHADE, P. R.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. Use of Enzyme Phenotypes for Identification of *Meloidogyne* Species. **Journal of Nematology**. v. 17, n.1, p.6-20. 1985.

FAVORETO, A. J.; SANTOS, J. M. Caracterização bioquímica e morfológica de populações de nematoides de galhas em café (*Coffea arabica* L.) em regiões produtoras do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23, 2001, Marília, SP. **Resumos...**, Nematologia Brasileira. Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001, v. 25, n1, p. 119-119.

GOELDI, E. A. Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro. **Arquivo do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 7-123, 1892.

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

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v.59, n.1, p.54-56, 2007.

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

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.

HARTMAN, K. M.; SASSER, J. N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C.; SASSER, J. N. (Eds.) **An Advanced Treatise on Meloidogyne**. North Carolina: North Carolina State University. 1985. p.69-77

HERNÁNDEZ, A. **Etude de la Variabilité Intra et Interspécifique des Nématodes du Genre *Meloidogyne* Parasites des Caféiers en Amérique Centrale**. 1997. 107f. Thèse (doctorat en Biologie des populations et Écologie) - Université des sciences et techniques de Montpellier, Montpellier, France. 1997.

HIRSCHMANN, H. H. The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on *Meloidogyne***, v. 1, Biology and Control. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985. p.79-93.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J.L. (Eds). **Root-Knot Nematodes**. CABI, Wallingford, 2009. p. 55-97.

HUSSEY, R. S., SASSER, J. N.; HUISING, D. Disc-electrophoretic studies of soluble proteins and enzymes of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. **Journal of Nematology**, v.4, n.3, p.183-189. 1972.

IBGE. **Lavoura Permanente**. 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=310350&idtema=122&search=minasgerais|jaraguari/Lavoura-permanente2012>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

JAEHN, A.; LAMBERT, N. S. Nematoides presentes na cafeicultura do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1978.p. 204-205.

JAEHN, A.; REBEL, E. K.; LORDELLO, L. G. E. A origem do nematoide *Meloidogyne coffeicola*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.4, p.159–161. 1980.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 48, p. 692, 1964.

KARSEN, G.; MOENS, M. Root-knot nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds). **Plant Nematology**. Wallingford, UK, CABI Publishing, 2006. p. 59-90.

KRZYZANOWSKI, A. A. **Controle biológico de nematoides de galha do cafeeiro com fungos nematófagos**. 2006. 76f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 2006.

KRZYZANOWSKI, A. A.; FIGUEREDO, R.; SANTIAGO, D. C.; FAVORETO, L. Levantamento de espécies e raças de *Meloidogyne* em cafeeiros no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Resumos...**, Brasília: Embrapa Café, 2001. p. 81.

KUBO, R. K.; INOMOTO, M. M.; OLIVEIRA, C. M. G.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; MONTEIRO, A. R. Nematoides associados a cafeeiros do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23, 2001, Marília, SP. **Resumos...**, Nematologia Brasileira. Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001, v. 25, n1, p. 118-118.

KUNIEDA DE ALONSO, S.; ALFENAS, A. C. Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematoides. In: ALFENAS, A. C. (Ed.) **Eletroforese de isoenzimas e proteínas a fins fundamentos e aplicações práticas**. Viçosa: UFV. p.525-543 1998.

LIMA, R. D. **Coffee nematode survey in Minas Gerais state, Brazil**. Research Report of the grant by PNP and D/ Café. Embrapa, Brasília (DF), 2002. 9p.

LÓPEZ, R.; SALAZAR, L. *Meloidogyne arabicida* sp. n. (Nemata: *Heteroderidae*) nativo de Costa Rica: un nuevo y severo patógeno del cafeto. **Turrialba**, v.39, n. 3, p.313–323. 1989.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A. Nematoides encontrados em cafezais do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23, 2001, Garça. **Resumos...** Garça: SBN/ FAEF, 2001. p.85.

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 DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p. 81-82.

LORDELLO, L. G. E. Nematode pests of coffee. In: WEBSTER, J. M. (ed.) **Economic Nematology**. Academic Press, London, 1972. p.268–282.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas** 8 ed. São Paulo: Nobel. 1984. p.65.

LORDELLO, L. G. E. Uma população anã do nematoide *Meloidogyne coffeicola*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.45, n.4, p.165-166, 1970.

LORDELLO, L. G. E.; CARNEIRO FILHO, I.; REBEL, E. K.; GUIDOLIN, J. A.; LORDELLO, R. R. A. Identificação de nematoides em cafezais do Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.1, p.16-24. 1974

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.; ZAMITH, A. P. L. *Meloidogyne coffeicola*, sp.n., a pest of coffee trees in the state of Paraná, Brazil. **Revista brasileira de biologia**, v.20, n. 4, p.375-379, 1960.

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

NAVES, R. L.; CAMPOS, V. P.; DUTRA, M. R.; COIMBRA, J. L.; ANDRADE JUNIOR, V. C. Ocorrência de nematoides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 23, p.89, 2001.

OLIVEIRA FILHO, N. L., DE OLIVEIRA, J. C., OTOBONI, C. E. M.; SANTOS, J. M. Ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* nos principais municípios produtores de café na área de abrangência do Escritório de Desenvolvimento Rural de Marília. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.1, p.140, 2001. (Resumos)

OLIVEIRA, C. M. G.; KUBO, R. K.; ANTEDOMENICO, S. R.; MONTEIRO, A. R. Reação de cafeeiros a *M. javanica*. **Revista de Agricultura**, v.73, n.3, p.397-313. 1998.

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. 2005b.

OLIVEIRA, D. S.; OLIVEIRA, R. D. L.; FREITAS, L. G.; SILVA, R. V. Variability of *Meloidogyne exigua* on coffee crops in the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. **Journal of Nematology**, v. 37, n.3, p.323-327, 2005a.

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.

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

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.

RAMMAH, A.; HIRSCHMANN, H. *Meloidogyne mayaguensis* n.sp. (*Meloidogynidae*), a root knot nematode from Puerto Rico. **Journal of Nematology**, v.20, n.1, p.58-69. 1988.

RANDIG, O.; CARNEIRO, R. M. D. G.; CASTAGNOSE-SERENO, P. Identificação das principais espécies de *Meloidogyne* parasitas do cafeeiro no Brasil com marcadores SCAR-café em Multiplex-pc. **Nematologia Brasileira**, v.28, n.1, p.1-10. 2004.

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P.; RESENDE, M. L. V.; KRZYZANOWSKI, A. A. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros IAPAR-59' e 'Catuaí'. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n.2, p.200-207. 2002.

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.

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 nematoíde *Meloidogyne paranaensis*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais eletrônicos...** Brasília: Embrapa café, 2013. Disponível em: <<http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/index.php/impressa/noticias/395>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

SILVA, R. V.; OLIVEIRA, R.D.L. & ZAMBOLIN, L. Primeiro relato de ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro no estado de Goiás. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n. 2, p.187-190. 2008.

SOUZA, R. M. (ed.). **Plant parasitic nematodes of coffee**. Beltsville: Springer, 2008. 341p.

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

SWAI, I. S. Root-knot nematodes, *Meloidogyne* species, in Tanzania. In: Research planning conference on root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., 3, 1981, Ibadan, Nigeria. **Proceedings...** Raleigh: IMP/North Carolina State University Graphics, 1981. p. 28-30.

TAYLOR, D. P.; NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**, Wageningen, v.20, n. 2, p.268-269. 1974.

TRIANAPHYLLOU, A. C. Cytological methods for the study of oogenesis and reproduction of root-knot nematodes. In: BARKER, K. R., CARTER, C. C. & SASSER, J. N. (Eds.). **An Advanced Treatise on Meloidogyne**. North Carolina State University Graphics, 1985 p.107-114

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; FERNANDES NETO, A.; DIOCLECIANO, J.M.; FERRO, G. O.; GUEDES, M. L. O.; REIS, N. D.; SILVA, D. S. G. **Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp) em Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa, 2008. 4p. (Comunicado Técnico, 332).

VILLAIN, L.; BAUJARD, P.; ANZUETO, F.; HERNANDEZ, A.; SARAH, J. L. Integrated protection of coffee plantings in Central America against nematodes. **Plantations, Recherche, Développement** p.118–127. 2002.

WHITEHEAD, A. G. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae) with descriptions of four new espécies. **Transactions of the Zoological Society of London**, v.31, p. 263-401, 1968.

WHITEHEAD, A. G. The distribution of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in tropical Africa. **Nematologica**, v. 15, n. 3, p. 33-315, 1969.

WHITEHEAD, A. G. The root-knot nematode of east Africa. **Nematologica**, v.4, p.272–278, 1959.

YOUNG, T. W. An incubation method for collecting migratory endoparasitic nematodes. **Plant Disease Reporter**, v.3, n. 11, p.794-795, 1954.

ZELAYA-ESCOTO, H. R.; SANTACREO, R. Evaluation of field resistance to *Meloidogyne exigua* in Sarchimor progenis and Catuaí X Icatu back crosses in El Paraiso Honduras. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CAFEICULTURA, 19, 2000, San Jose, Costa Rica, **Anais...** Costa Rica: [s.n.], 2000. P. 229-242.

