



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DHALTON SHIGUER ITO

**TECNOLOGIA “KIT DE CULTIVARES DE CAFÉ
RESISTENTES AOS NEMATÓIDES” NA VIABILIZAÇÃO DA
CAFEICULTURA EM ÁREAS INFESTADAS**

Londrina
2010

DHALTON SHIGUER ITO

**TECNOLOGIA “KIT DE CULTIVARES DE CAFÉ
RESISTENTES AOS NEMATÓIDES” NA VIABILIZAÇÃO DA
CAFEICULTURA EM ÁREAS INFESTADAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Fitossanidade.

Orientador(a): Profa. Dra. Débora Cristina Santiago

Londrina
2010

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

I89t Ito, Dhalton Shiguer.

Tecnologia “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” na viabilização da cafeicultura em áreas infestadas / Dhalton Shiguer Ito. – Londrina, 2010. 64 f. : il.

Orientador: Débora Cristina Santiago.

Co-orientador: Tumoru Sera.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Café – Resistência a doenças e pragas – Aspectos genéticos – Teses. 2. Café – Melhoramento genético – Teses. 3. Nematoda em plantas – Teses. 4. Fungos nematófagos – Teses. 5. Meloidogyne – Patogenicidade – Teses. I. Santiago, Débora Cristina. II. Sera, Tumoru. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.73:632.651

DHALTON SHIGUER ITO

**TECNOLOGIA “KIT DE CULTIVARES DE CAFÉ RESISTENTES AOS
NEMATÓIDES” NA VIABILIZAÇÃO DA CAFEICULTURA EM ÁREAS
INFESTADAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Fitossanidade.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
UEL – Londrina – PR

Dr. Gustavo Hiroshi Sera
IAPAR – Londrina – PR

Prof. Dr. Édison Miglioranza
UEL – Londrina – PR

Dr. Carlos Roberto Riede
IAPAR – Londrina – PR

Prof. Dr. Seiji Igarashi
UEL – Londrina – PR

Dr. Nelson da Silva Fonseca Júnior
IAPAR – Londrina – PR

Profa. Dra. Débora Cristina Santiago
UEL – Londrina – PR

Londrina, 23 de abril de 2010.

DEDICATÓRIA

*À todos que sempre torceram sinceramente
a favor de meu sucesso.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço o curso de pós-graduação em Agronomia da UEL, IAPAR e CNPq pela oportunidade de adquirir todo este conhecimento e permitir meu avanço na carreira científica;

À professora Débora Cristina Santiago, por toda a orientação recebida no desenvolvimento deste trabalho;

Ao meu co-orientador Tumoru Sera, que vem acompanhando minha formação há muitos anos, agradeço toda a ajuda, confiança e dedicação;

À equipe Genética/Café do IAPAR, por toda colaboração na realização de grande parte deste trabalho;

À comissão examinadora, que contribuiu muito na melhoria deste trabalho;

À minha esposa, pelo companheirismo e por todo apoio que recebi, principalmente nas horas difíceis;

Aos meus pais, irmã e sobrinho, que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado;

Aos amigos que, mais do que nunca, se demonstraram amigos de verdade;

Aos colegas que estão sempre por perto;

E, à todas as pessoas que contribuíram de alguma forma na realização deste trabalho.

ITO, Dhalton Shiguer. **Tecnologia “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” na viabilização da cafeicultura em áreas infestadas**. 2010. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

A cafeicultura brasileira tem sofrido consideráveis prejuízos devido à presença dos nematóides do gênero *Meloidogyne*, que ocasionam grandes perdas na produtividade. No Brasil, esta redução é estimada em cerca de 20 % e, ao nível da propriedade a inviabilidade econômica pode ocorrer em dois anos após introdução do parasito. No Paraná, a presença de nematóides tem inviabilizado o cultivo do café em diversas regiões, principalmente as de temperatura mais elevada e solo arenoso. Na maioria dos casos, o controle de nematóides é ineficiente, principalmente se a área já estiver infestada antes do plantio. Entretanto, é possível promover a viabilização dessas áreas, através do “Kit de cultivares de café resistentes aos nematóides”, que visa indicar com segurança, rapidez e baixo custo, as cultivares de café suscetíveis para áreas isentas e resistentes ou parcialmente resistentes as áreas infestadas. O objetivo deste trabalho é propor uma nova alternativa para viabilização da cafeicultura em áreas infestadas com nematóides e, também, avaliar a resistência das cultivares utilizando essa metodologia. Os “kits” foram compostos pelas cultivares IPR 100, IPR 106, Tupi IAC-1669/33 e Obatã IAC-1669/20, junto com as cultivares padrões resistente Aboatã IAC 2258 e suscetível Mundo Novo IAC-376/4. Foram distribuídos “kits” em 14 municípios das regiões norte, noroeste e oeste do Paraná, com indícios de nematóides em cafezal, totalizando 20 repetições em blocos ao acaso e parcela mínima de dez plantas. As cultivares utilizadas no “kit” foram avaliadas para a quantidade de galhas e massas de ovos. As cultivares IPR 100 e IPR 106 mostraram-se em campo moderadamente resistentes e Mundo Novo IAC-376/4, Tupi IAC-1669/33 e Obatã IAC-1669/20 foram suscetíveis. Apesar de estatisticamente suscetíveis ou resistentes, em algumas propriedades ocorreram reação resistente nas suscetíveis e reação suscetível em resistentes. Propõe-se o uso de “kit” como alternativa eficiente, simples, rápida e baixo custo, para recomendação segura das cultivares resistentes a algumas raças e espécies de nematóides do gênero *Meloidogyne*, ocorrendo pura ou em mistura. Assim, é possível indicar cultivares de café resistentes com segurança, para viabilização de áreas infestadas por nematóides com rapidez e baixo custo para os agricultores.

Palavras-chave: *Coffea arábica*. Fitossanidade. Melhoramento genético. Nematóides de galhas.

ITO, Dhalton Shiguer. **Technology “nematodes resistant coffee cultivars kit” in viabilization of infested areas for coffee crop.** 2010. 67 f. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

The Brazilian coffee has suffered considerable losses due of occurrence of nematodes of genus *Meloidogyne*, which causes great decrease in productivity. In Brazil, this reduction is estimated in 20% and, at farm level, the economic unviability may occur in two years. In Paraná State-Brazil, the occurrence of nematodes has rendered the coffee crop unfeasible in various regions, especially those with higher temperature and sandy soil. In most cases, the control is inefficient, especially if the area is already infested before planting. However, it may be possible to promote the viability of these areas, through the "kit of coffee resistant cultivars to nematodes", which aims to indicate certainty, rapidness and lower cost, the susceptible coffee varieties to nematodes-free areas and resistant or partially resistant to infested areas. The aim of this research is to propose a new alternative for viability of coffee crop in infected areas with nematodes and evaluate the resistance of cultivars used in this methodology. The kits were composed by cultivars IPR 100, IPR 106, Tupi IAC-1669/33 and Obatã IAC-1669/20, with the standards resistant cultivar Apatã IAC 2258 and susceptible Mundo Novo IAC-376/4. Kits were distributed to 14 producers in the northern, northwestern and western regions of Paraná in coffee farms with evidences of nematodes, in randomized block design with 20 replications with 10 plants per plot. Cultivars belonging to the kits returned for analysis of the number of galls and eggs. The cultivars IPR 100 and IPR 106 were, in the field, moderately resistant and the Mundo Novo IAC-376/4, Tupi IAC-1669/33 and Obatã IAC-1669/20, susceptibles. Although statistically resistant or susceptible, resistant cultivars presented susceptible reaction in some farms and susceptible cultivars presented resistant reaction in others. It proposes the use of "kit" as an efficient alternative, simple, rapid and low cost, reliable recommendations for resistant cultivars to some races and species of nematodes of the genus *Meloidogyne*, occurring alone or in mixture. It is possible to quickly recommend resistant coffee cultivars with low costs to farmers in nematode infested areas.

Keywords: *Coffea Arabica*. Crop breeding. Phytosanity. Root-knot nematodes.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1** – Exemplo de plantas diferenciadoras utilizadas na identificação de algumas espécies e raças de *Meloidogyne*.24
- Tabela 2.1** – Notas médias dos locais onde foram distribuídos os “kits de cultivares de café resistentes aos nematóides”36
- Tabela 3.1** – Notas médias do índice de galhas e massas de ovos (IGO) das cultivares de café avaliadas pelo “kit de cultivares resistentes aos nematóides” em 40 propriedades do Paraná.47
- Tabela 3.2** – Notas médias do índice galhas e massas de ovos (IGO), das cultivares de café em 40 locais onde os “kits de cultivares resistentes aos nematóides” foram implantados.49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	NEMATÓIDES NA CAFEICULTURA	13
2.2	BIOLOGIA E CICLO DE VIDA	15
2.3	SINTOMATOLOGIA	17
2.4	PREJUÍZOS ECONÔMICOS CAUSADOS PELOS NEMATÓIDES	18
2.5	RESISTÊNCIA DO CAFEIEIRO AOS NEMATÓIDES	18
2.6	IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E RAÇAS	22
2.6.1	Identificação por Padrão Perineal da Fêmea	22
2.6.2	Identificação por Eletroforese de Isoenzimas	22
2.6.3	Identificação por Hospedeiros Diferenciadores	23
2.6.4	Identificação por Marcadores Moleculares	24
2.7	DISSEMINAÇÃO	25
2.8	MANEJO DE NEMATÓIDES	25
2.8.1	Controle Cultural	25
2.8.2	Controle Físico	26
2.8.3	Controle Químico	27
2.8.4	Controle Biológico	27
2.8.5	Controle Genético	28
3	ARTIGO A: “KIT DE CULTIVARES DE CAFÉ RESISTENTES AOS NEMATÓIDES”: NOVA TECNOLOGIA PARA ADOÇÃO DE CULTIVARES RESISTENTES EM PROPRIEDADES INFESTADAS POR NEMATÓIDES	30
3.1	RESUMO E ABSTRACT	30
3.2	INTRODUÇÃO	31
3.3	DESCRIÇÃO METODOLÓGICA	32
3.4	VALIDAÇÃO DA TECNOLOGIA	36
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

4	ARTIGO B: RESISTÊNCIA DE CAFEEIROS UTILIZADOS NO “KIT DE CULTIVARES RESISTENTES AOS NEMATÓIDES” NO ESTADO DO PARANÁ	42
4.1	RESUMO E ABSTRACT	42
4.2	INTRODUÇÃO	43
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.5	CONCLUSÃO	51
5	CONCLUSÕES GERAIS	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	62
	APÊNDICE A	63
	APÊNDICE B	64
	APÊNDICE C	65
	APÊNDICE D	66
	APÊNDICE E	67

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das mais importantes commodities no comércio agrícola internacional, o que representa uma significativa fonte de divisa para vários países da América Latina, África e Ásia. Apenas duas espécies de *Coffea* são produzidas comercialmente, *Coffea arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* P. (café robusta), sendo que o primeiro representa cerca de 65% do total.

Cerca de 103 espécies do gênero *Coffea* (DAVIS et al., 2006), *C. arabica* e *C. canephora* dominam economicamente o comércio mundial de café, sendo responsáveis por cerca de 99% da produção mundial. Atualmente, café arábica representa cerca de 60% do café consumido, sendo o café robusta responsável pelo restante.

Comparado com o café arábica, o café robusta em geral, é mais vigoroso, produtivo e rústico, mas a qualidade das bebidas derivadas de seus grãos é consideravelmente inferior. Robusta é a mais amplamente cultivada das variedades botânicas de *C. canephora* no mundo, de modo que o nome desta é utilizado para designar o nome comum da espécie.

Entre os produtos naturais, o café tem um valor monetário superado apenas pelo petróleo. O seu comércio internacional gera mais de US\$ 90 bilhões por ano e envolve cerca de 500 milhões de pessoas em sua gestão, desde o cultivo até o produto final para o consumo. O café é cultivado atualmente em cerca de 80 países em quatro continentes. Muitos países africanos, incluindo Uganda, Burundi, Ruanda e Etiópia têm café como sua principal fonte de divisas. Além disso, a grande maioria dos cafezais mundiais pertence a pequenos proprietários, que torna a atividade extremamente importante para manter a população no campo, proporcionando melhor rendimento, riqueza e distribuição de benefícios sociais.

O Brasil é o maior produtor mundial, seguido pela Colômbia e, alternadamente o Vietnã. Produziu cerca de 39,47 milhões de sacas (60 kg) de grãos de café em 2009. Desse total, a produção do café arábica, o mais cultivado no país, com 73,1% da produção total, ficou em 28,9 milhões de sacas. Já o café robusta, com 26,9% da colheita nacional, ficou em 10,60 milhões de sacas (CONAB, 2010).

No Brasil, a variedade botânica Kouillou, (também conhecida como Conilon) é praticamente a única variedade cultivada de *C. canephora* e dentro de *C. arabica*, as cultivares dos germoplasmas Catuaí e Mundo Novo são as mais cultivadas. Muitas outras cultivares pertencentes a outros germoplasmas também são economicamente importantes no mundo.

Entre vários fatores que vêm interferindo na produção e na produtividade da cultura do cafeeiro, podemos destacar as doenças, pragas e nematóides. Dentre essas, podemos evidenciar os nematóides como sendo um dos principais elementos causadores de danos à produtividade e por provocar depreciação precoce e ocasionais mortes às plantas.

Na maioria dos casos, o controle de nematóides é ineficiente, principalmente se a área estiver infestada, sendo praticamente impossível eliminá-los (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). O controle químico, cultural e biológico ainda são alternativas economicamente inviáveis, sendo o uso de cultivares de café geneticamente resistentes em áreas infestadas o método mais eficiente, econômico e ecologicamente correto (GONÇALVES et al., 1998).

Mesmo em áreas infestadas, onde aparentemente o cultivo de café já está condenado, pode ser possível promover a viabilização dessas áreas através da indicação de cultivares resistentes mais específicas quanto a espécies e raças fisiológicas, permitindo o cultivo seguro de café. Isto traz vários benefícios para agricultores, que possuem desde micro (2ha de café) até mega propriedades com mais de 500ha de cafezal.

A indicação errada das cultivares ao nível de propriedade pode resultar no fracasso da propriedade cafeeira e provocar prejuízos incalculáveis para as entidades de assistência técnica e pesquisa, pois inviabilizaria o plantio destas cultivares para a outros cafeicultores, especialmente os familiares e os pequenos. Isto ocorre devido as cultivares indicadas não apresentarem resistência para a maioria dos nematóides. Para disponibilizar cultivares de café com resistência à população de nematóides específica de cada propriedade, a utilização da tecnologia “Kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” pode ser uma alternativa para os cafeicultores. O kit é composto por cultivares com diferentes espectros de resistência para diferentes espécies e raças de nematóides que, após testadas previamente *in loco*, serão indicadas para o plantio na área infestada.

A viabilização do uso da referida tecnologia é simples, permitindo aos usuários (produtores rurais e extensionistas) a adoção do sistema, para poder indicar com relativa segurança, rapidez e principalmente com custo operacional reduzido, as cultivares de café resistentes ou parcialmente resistentes para plantio em áreas infestadas por raças ou espécies do *Meloidogyne* spp.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar e propor uma nova metodologia tecnologia para testar resistência das cultivares de café aos nematóides visando a recomendação segura de cultivares ao nível da propriedade em regiões infestadas por nematóides no estado do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os nematóides constituem o mais abundante grupo de animais multicelulares em número de indivíduos no mundo, estimado em um milhão de espécies (VIGLIERCHIO, 1991). Quatro de cada cinco animais do planeta são nematóides. Enquanto a maioria dos nematóides do solo é benéfica degradando e mineralizando a matéria orgânica, algumas espécies são importantes patógenos de plantas. Os fitonematóides parasitam raízes, bulbos, caules e folhas vegetais, causando grandes perdas na agricultura (FREITAS et al., 2007). Plantas parasitadas por nematóides tendem a ser menos produtivas (SASSER, 1979) e tornam-se mais suscetíveis a outros fitopatógenos e menos tolerantes a estresses ambientais, principalmente o hídrico, além de não responderem satisfatoriamente às práticas de adubação (MOURA, 1996).

2.1 NEMATÓIDES NA CAFEICULTURA

Em 1878, o cientista francês Jobert publicou a primeira referência sobre nematóides parasitando cafeeiros na Baixada Fluminense. Em 1887, Goeldi, por solicitação do governo Imperial da época, estudou o mal que afligia a região cafeeira da então Província do Rio de Janeiro e instituiu nova classificação genérica para o nematóide de galhas, descrevendo também a espécie típica denominada *Meloidogyne exigua* Goeldi (PONTE, 1980). Desde então, mais de 40 espécies pertencentes a 31 gêneros de fitonematóides já foram encontradas em associação com raízes de cafeeiros no Brasil, sendo que o principal gênero parasito é *Meloidogyne*.

Dentre as 80 espécies descritas de *Meloidogyne*, 18 infectam o cafeeiro em todo o mundo. No Brasil, são encontradas as espécies *M. exigua* Goedi, 1982; *M. incognita* (KOFID; WHITE, 1919) Chitwood, 1949; *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos, Almeida, 1996; *M. coffeicola* Lordello; Zamith, 1960; *M. javanica* (TREUB, 1885) Chitwood, 1949; *M. hapla* Chitwood, 1949 (CAMPOS, 1997). Entretanto, as espécies mais prejudiciais são *M. exigua*, pela

ampla distribuição geográfica, e, pela intensidade dos danos que causam, *M. paranaensis* e *M. incognita* (GONÇALVES et al., 2004).

Segundo Carneiro, Altéia e Britto (1992), no Paraná, os fitonematóides que causam mais danos ao café são o *M. paranaensis* e as raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita*, sendo os mais freqüentes a espécie *M. paranaensis* e as raças 1 e 2 de *M. incognita*, entretanto também foram constatados *M. exigua* e *M. coffeicola*. Pesquisa recente realizada por Carneiro e Almeida (2000), indica um substancial aumento da distribuição de *M. paranaensis* (70%) e decréscimo de *M. incognita* (30%) no estado. Nas propriedades infestadas por nematóides, são observadas normalmente a predominância de misturas entre espécies e raças. Krzyzanowski et al. (2001) constataram que, das 657 amostras de solo e raízes coletadas em diversas regiões do estado do Paraná, 34,1% foram positivas para nematóide de galhas. Dessas, 22,8% eram misturas entre espécies e raças do gênero *Meloidogyne*. As mais agressivas são por ordem, *M. paranaensis*, *M. incognita* raças 2 e 1, sendo respectivamente em freqüência de ocorrência 55%, 25% e 10% em população pura ou mais freqüentemente em população mesclada. Em cafezais paulistas, *M. paranaensis* encontra-se disseminado em freqüências que variam de 10,7% a 24,5% das amostras em que foram encontrados nematóides do gênero *Meloidogyne* (LORDELLO; LORDELLO, 2001), enquanto que em Minas Gerais, existe apenas um relato de sua ocorrência (SANTOS, 1997). *M. incognita* é a espécie com maior disseminação nas regiões do arenito do estado de São Paulo (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001) seguida por *M. exigua* e *M. paranaensis* (LORDELLO et al., 2001). É detectada em poucas propriedades cafeeiras dos estados do Espírito Santo (LORDELLO; HASHIZUME, 1971), Bahia (SOUZA et al., 2000) e Minas Gerais (LIMA et al., 1985; MARCUZZO et al., 2000). Nesses estados, *M. exigua* é a espécie mais disseminada (CAMPOS et al., 1985). Souza et al. (2003), através de um levantamento populacional em regiões cafeeiras do oeste da Bahia, não constataram a presença de nematóides do gênero *Meloidogyne*. No entanto, foram detectados os nematóides das lesões *Pratylenchus sp.* associado com o nematóide espiralado *Helicotylenchus sp.* Já na região do Planalto de Conquista e Chapada Diamantina dentre 14.876 amostras coletadas, 9,2% não apresentaram nematóides nocivos. Todavia, 57,3% dos cafeeiros se encontraram infectados com *M. exigua*; 18,1% apresentaram-se sintomas para *M. incognita*; e 15,9% estavam infestados com nematóides das lesões, *Pratylenchus sp.*,

associados a *M. exigua* e/ou *M. incognita*. Segundo Barbosa et al. (2004a), em levantamento feito nas três principais regiões cafeeiras do estado do Rio de Janeiro, constataram a presença de *M. exigua* em 70% das amostras, enquanto que *M. paranaensis*, *M. coffeicola* e *M. incognita* não foram detectados.

2.2 BIOLOGIA E CICLO DE VIDA

Os nematóides em geral, são seres de corpos tubulares, alongados, de diâmetro praticamente constante ao longo do comprimento afinando-se de maneira gradual nas extremidades. Na extremidade anterior geralmente é menos atenuada que a posterior. A forma roliça e alongada do corpo é adequada ao movimento serpentiforme de locomoção, por ondulação transversal. A maior variação ocorre especialmente nas fêmeas, que apresentam o corpo com a largura notavelmente aumentada, resultando na forma de pêra, piriforme (RUPPERT, et al., 2005). As fêmeas quando adultas apresentam-se esbranquiçadas, brilhantes, globosas e providas de um pescoço comprido. Seu tamanho varia de menos de meio a mais de dois milímetros (LORDELLO, 1984).

Em espécies de nematóides a reprodução a partir de um único espécime ocorre, principalmente, por partenogênese e em certo número de exceções ocorrem em machos e fêmeas que se reproduzem por anfimixia (TAYLOR; SASSER, 1978).

O ciclo de vida das espécies de *Meloidogyne* inicia-se com o ovo, que algumas horas após sua deposição, começa seu desenvolvimento para a formação de larva. Dentro do ovo ocorreram a multiplicação celular e o desenvolvimento embrionário, terminando com a formação do juvenil do segundo estágio (J2) num período de 14 dias, em condições ótimas de temperatura e umidade (CAMPOS et al., 2001). Este é o primeiro estágio juvenil que tem mobilidade dentro do ovo, porém não muito ativa. Após a eclosão do ovo, o J2 se move pelo solo à procura de raízes pela atração por substâncias emanadas das mesmas. Quando encontrada as raízes, injeta secreções esofaringianas através do estilete que estimulam a formação de células hipertrofiadas pela planta, ao redor do corpo do nematóide, denominas células gigantes. Ao redor das células gigantes

ocorre hiperplasia, ou seja, intensa multiplicação celular formando inúmeras células pequenas. Essas mudanças não são obrigatoriamente acompanhadas por engrossamento da raiz para formação de galhas distintas (TAYLOR; SASSER, 1978).

Enquanto as células gigantes são formadas, células do primórdio sexual se dividem, se transformando em dois distintos prolongamentos nas fêmeas ou formando um único prolongamento em machos (TAYLOR; SASSER, 1978). Entretanto, se ocorrer algum estresse no meio ambiente, como deficiência nutricional, temperaturas extremas e excesso populacional, os juvenis com bifurcação no primórdio sexual, que resultariam em fêmeas, podem sofrer reversão sexual formando machos (CAMPOS, 1999).

As células gigantes representam depósito de nutrientes desviados da planta e são essenciais para a alimentação e o desenvolvimento subsequente do nematóide. Com a formação das células nutridoras e a definição do sítio de alimentação, o juvenil se torna gradualmente mais robusto com o corpo cilíndrico que perde a mobilidade, com posterior sedentarismo. O juvenil com o corpo bem desenvolvido sofrerá a segunda ecdise, passando a juvenil de terceiro estágio (J3) e logo em seguida sofrerá a terceira ecdise passando a juvenil de quarto estágio (J4) e posteriormente se tornam adultos. As fêmeas iniciam a oviposição três dias após alcançar o estágio adulto. As glândulas retais são estimuladas para produção de uma substância pegajosa e gelatinosa que envolve os ovos, liberados pela vulva, formando uma massa de ovos que fica presa à parte posterior da fêmea. No final do desenvolvimento desse nematóide o corpo já ocupa todo o parênquima cortical com a vulva alcançando a parte externa da raiz e a massa de ovos fica exposta na superfície, em contato com o solo. Em algumas plantas, entretanto, a massa de ovos fica retida na epiderme. Cada fêmea pode pôr de 800 a 2850 ovos com o ciclo se completando em 28 dias em condições ótimas de temperatura e umidade (CAMPOS, 1999).

2.3 SINTOMATOLOGIA

As espécies de *Meloidogyne* que parasitam o cafeeiro apresentam graus variados de patogenicidade, sendo poucos os estudos realizados para determinar o grau de interferência de cada espécie na produção de café. Trata-se de estudos complexos, pois envolvem a interação entre os fatores da planta hospedeira com cultivares, espaçamento e idade, do parasito, da espécie, nível populacional, e do ambiente como tipo de solo, umidade e temperatura (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

Um dos primeiros sintomas das plantas hospedeiras ao ataque dos nematóides do gênero *Meloidogyne* é a formação de galhas em suas raízes. Em geral, as fêmeas depositam suas massas de ovos na superfície das raízes. No caso do café, as fêmeas de *M. incognita* e *M. coffeicola* colocam as massas de ovos externamente às raízes enquanto que *M. exigua* e *M. paranaensis* depositam internamente (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

Segundo Lordello (1984), além das galhas, pode-se encontrar fendilhamentos e escamações nos tecidos corticais, que chegam a causar total desorganização deste tecido, podendo ocorrer redução no sistema radicular.

Na parte aérea, os sintomas são clorose das folhas, depauperamento das plantas, crescimento desigual, alterações das características da cultivar, redução na produção e dependendo da espécie do parasito, pode levar à morte da planta (CAMPOS, 1999). Em experimento de campo, Arruda (1960) verificou efeito depressivo em mudas do “Mundo Novo” previamente infestadas com *M. exigua*, onde as plantas parasitadas apresentaram-se em média 30% menores em relação às plantas saudáveis. Outros sintomas observáveis são: o descolamento do córtex, paralisação do crescimento da ponta da raiz, e rachaduras. No campo observa-se murcha das plantas durante a parte mais quente do dia, declínio vagaroso, queda prematura das folhas, queda na produção, sintomas de deficiências de minerais (BRASS et al., 2008).

Desde sua constatação, na antiga Província do Rio de Janeiro em 1878, *M. exigua* caracterizou-se pela presença generalizada nos cafeeiros onde ocorre, ao contrário das outras espécies, como *M. coffeicola*, *M. incognita* e *M. paranaensis*, que têm como característica a ocorrência inicial de reboleiras, onde as

plantas apresentam sintomas iniciais nítidos de definhamento e amarelecimento. Exceções a isto, são encontradas em áreas de renovação cafeeira, em solos pré-infestados, principalmente por *M. incognita* e *M. paranaensis* ou em cafezais implantados com mudas contaminadas, onde as infestações se tornam generalizadas (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

2.4 PREJUÍZOS ECONÔMICOS CAUSADOS PELOS NEMATÓIDES

A redução estimada da produção mundial de café causada pelos fitonematóides é de 15% segundo Sasser e Frekman (1987). Conforme Lordello (1976 apud GONÇALVES et al., 2004) a redução da produção brasileira de café é estimada em cerca de 20%, sendo que deste total, as espécies de *Meloidogyne* são responsáveis por 75%. Gonçalves et al. (2004) ainda relataram que é necessário considerar as perdas indiretas causadas pelo parasitismo dos nematóides como a menor tolerância ao frio e à seca e a perda parcial na eficiência de utilização de alguns insumos. Estudos de Barbosa et al. (2004b) verificaram uma redução na produção alcançando até 75% em lavouras infestadas por *M. exigua*, enquanto que *M. paranaensis* e *M. incognita*, têm levado a quase extinção da cafeicultura do Oeste paulista e Noroeste paranaense.

2.5 RESISTÊNCIA DO CAFEIEIRO AOS NEMATÓIDES

Apesar da importância econômica mundial estar restrita às espécies *C. arabica* e *C. canephora*, os programas de melhoramento têm buscado características favoráveis existentes em outras espécies (FAZUOLI, 1986). Fontes de resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* são escassas em *C. arabica*. Lordello e Lordello (1987) avaliaram a resistência de mudas às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita* em linhagens de *C. arabica* e duas de *C. canephora*, e observaram que nenhum genótipo entre os avaliados apresentou resistência. Diferente do que se

constata em *C. arabica*, estudos têm mostrado que fontes de resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* estão presentes em outras espécies de café.

As espécies *C. canephora*, *C. congensis* e *C. dewevrei* além de serem resistentes a vários nematóides, também, possuem um sistema radicular mais desenvolvido e apresentam resistência a outros patógenos (GONÇALVES, 1999). Cafeeiros de *C. canephora* apresentam resistência aos nematóides *M. exigua* (FAZUOLI et al., 1987; ANTHONY et al., 2003; SALGADO et al., 2005), *M. incognita* (FAZUOLI et al., 1987; SERA et al., 2006a) e *M. paranaensis* (SERA et al., 2006a). Acessos de *C. racemosa* apresentaram resistência ao *M. exigua* (ANTHONY et al., 2003). Em *C. canephora*, porém, as plantas em sua grande maioria segregam para resistência, sendo que alguns deles apresentam resistência simultânea a algumas populações de *M. incognita* e *M. paranaensis* (SERA et al., 2006a). Os cafeeiros são resistentes aos parasitos sem, contudo, serem imunes a eles, e ainda apresentam uma taxa de segregação para suscetibilidade de 10 a 15%, fato esperado em decorrência do sistema reprodutivo de *C. canephora*, que apresenta fecundação cruzada (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007).

Pesquisas para identificar fontes de resistência ao *M. paranaensis* são escassas. Mata et al. (2000) identificaram progênie de cafeeiro resistente a *M. paranaensis* em campo e deu origem a cultivar IPR 100. As cultivares IPR 100 e IPR 106 são moderadamente resistentes ao *M. paranaensis* (SERA et al., 2002). Plantas da cultivar IPR 100, inoculadas em casa de vegetação, apresentaram resistência ao *M. paranaensis* (SERA et al., 2009). IPR 100 também foi resistente aos nematóides *M. incognita* raça 2 (ITO et al., 2008) e raça 1 (KANAYAMA et al., 2009). Os acessos de *C. arabica* T16733 e T16739 apresentaram resistência ao *M. paranaensis* na Guatemala (ANTHONY et al., 2003). Vários cafeeiros de *C. canephora* também vêm apresentando resistência ao *M. paranaensis* (SERA et al., 2006a).

As fontes de resistência encontradas em outras espécies de café podem ser utilizadas a médio e longo prazo, através de hibridações interespecíficas, visando incorporar caracteres agronômicos importantes bem como a resistência aos nematóides. Em híbridos interespecíficos entre *C. arabica* e *C. canephora* como em cafeeiros do “Icatu”, “Sarchimor”, “Catimor” e “Híbrido de Timor” vem sendo identificada resistência para os nematóides *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. exigua* (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). Uma progênie do germoplasma Híbrido de Timor (cruzamento natural entre *C. canephora* x *C. arabica*) se comportou como

imune as raças 1 e 2 de *M. incognita*, sendo esse o primeiro relato em cafeeiros derivados do “Híbrido de Timor” (OLIVEIRA, 2006). Alguns cafeeiros do germoplasma Sarchimor (“Villa Sarchi” x “Híbrido de Timor”) são resistentes à raça 3 de *M. incognita* (GONÇALVES; FERRAZ, 1987). Foram encontrados cafeeiros do “Icatu” (*C. canephora* x *C. arabica*) com resistência ao *M. incognita* e ao *M. paranaensis* (SERA et al., 2004), porém Carneiro (1995) testou a reação de cafés „Icatu” em condições de campo para raça 2 de *M. incognita*, três anos após o plantio foi realizada avaliação e nenhum material comportou-se como resistente. A cultivar IPR 106 (“Icatu”) apresentou resistência ao *M. paranaensis* (ITO et al., 2008) e à raça 2 de *M. incognita* (SERA et al., 2006b; ITO et al., 2008). Além disso, existem seleções do “Icatu” e “Sarchimor” com resistência em homozigose a *M. exigua* e com boas características agrônômicas (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007), como a cultivar IAPAR 59 com resistência completa ao *M. exigua* (SALGADO et al., 2002; 2005).

A técnica de enxertia hipocotiledonar, utilizando-se como porta-enxertos, cultivares de *C. canephora* resistentes aos nematóides, vêm sendo utilizadas como fontes de resistência em curto prazo. Atualmente, a cultivar Apatã IAC-2258 de *C. canephora* var. *robusta* é amplamente utilizada como porta-enxerto, sendo resistente a *M. incognita*, *M. exigua* (FAZUOLLI et al., 1987; GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001; SALGADO et al., 2005) e *M. paranaensis* (SERA et al., 2006a). As mudas enxertadas apresentam alguns inconvenientes como: segregação para suscetibilidade, quebra do cavaleiro na região da enxertia, enraizamento do enxerto quando plantado mais fundo, maior porcentagem de replantio (15-20%), utilização somente em áreas de renovação ou replantio e maior custos das mudas. Mesmo assim, esse método oferece aos cafeicultores uma alternativa para o plantio de café em áreas infestadas por alguns nematóides. Além da resistência ao nematóide, a enxertia pode propiciar benefícios para planta enxertada quando comparada ao pé-franco, em áreas infestadas. Foi verificado que uma cultivar do germoplasma Mundo Novo enxertada em plantas resistentes a *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* produziu, em média, 37, 442 e 590% a mais que cafeeiros pés francos, respectivamente (GONÇALVES; SILVAROLA, 2007). Costa et al. (1991) avaliaram os desempenhos de alguns porta-enxertos de *C. canephora* na produção de café do “Mundo Novo” enxertado, em área infestada por *M. incognita* raça 1, e constataram que os cafeeiros enxertados produziram cerca de três vezes mais que os cafeeiros

pés francos, que foram utilizados como testemunhas. Ferrari (2003), avaliou o efeito de diferentes porta-enxertos no desenvolvimento inicial de plantas enxertadas de café arábica, comparadas com não enxertadas e também a melhor combinação entre enxerto e porta-enxerto em condições de campo e observou que a enxertia não favoreceu o crescimento inicial e nem houve uma combinação específica porta-enxerto/enxerto superior aos demais tratamentos. A resistência ao nematóide *M. incognita* tem sido verificada em *C. congensis* (GONÇALVES; FERRAZ, 1987; GONÇALVES et al., 1988) e em *C. canephora* (GONÇALVES; FERRAZ, 1987; GONÇALVES et al., 1988; GONÇALVES et al., 1996; TOMAZINI et al., 2005; SERA et al., 2006a). A resistência encontrada em *C. canephora* não pode ser atribuída aos compostos fenólicos, pois em trabalho desenvolvido por Mazzafera et al. (1989) tanto na cultivar resistente Apoatã como na suscetível „Mundo Novo“ houve aumento desses compostos nas raízes.

Análises genéticas feitas no “Híbrido de Timor” indicaram a resistência ao *M. exigua* sendo monogênica e com dominância completa (FAZUOLI, 1981). Noir et al. (2003), identificaram marcadores de DNA associados à resistência ao *M. exigua* e concluíram que esta resistência é controlada por um gene maior denominado Mex-1. Alpizar et al. (2007) concluíram que este gene maior pode apresentar dominância incompleta.

Este foi o primeiro gene de resistência identificado para nematóides em café. Em trabalho desenvolvido por Anzueto et al. (2001), em *C. arabica* da Etiópia, a resistência a *M. incognita* foi dominante na geração F₁ e transmitida para a geração F₂. A segregação nas populações F₂ indicou a presença de um gene dominante para alguns cruzamentos e dois genes complementares em outros. Em outras culturas como em tomate (*Lycopersicon esculentum*) a resistência a espécies de *Meloidogyne* é controlada por um gene dominante denominado Mi (LÓPEZ-PÉREZ et al., 2006). Outros genes responsáveis pela resistência às outras raças e espécies ainda estão sendo investigados.

Vêm sendo observado que a resistência do cafeeiro aos nematóides de galhas é de maneira geral, específica à espécie ou raça. Tomazini et al. (2005) identificaram genótipos de *C. canephora* var. *robusta* suscetíveis a *Pratylenchus coffeae*, porém resistente a *M. incognita*. Além disso, genótipos de *C. canephora* var. *kouillou* foram resistentes a *P. coffeae* e suscetíveis a *M. incognita*, sendo assim, tal

fato demonstra a possibilidade de seleção de plantas resistentes a ambos os nematóides em *C. canephora*.

A resistência do cafeeiro a *Meloidogyne* pode ser confundida com a perda de virulência causada por sucessivas multiplicações em outras culturas. Carneiro e Jorge (2001) comprovaram a perda de virulência de populações de *M. incognita* e *M. paranaensis* em cafeeiros, quando multiplicados após aproximadamente oito gerações sucessivas em tomateiros.

2.6 IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E RAÇAS

2.6.1 Identificação por Padrão Perineal da Fêmea

As características morfológicas e morfométricas são comumente utilizadas no estudo taxonômico de nematóides. Através do corte perineal da fêmea, é possível identificar muitas espécies de *Meloidogyne*, pois a região da cauda da fêmea, que abrange a vulva e o ânus, possui marcas cuticulares características de cada espécie. Entretanto, pode haver configurações atípicas em algumas populações que podem dificultar a realização desta técnica, além de torná-la subjetiva (ALONSO; ALFENAS, 2006).

2.6.2 Identificação por Eletroforese de Isoenzimas

Esta técnica possibilita o estudo da variação genética ao nível de enzimas, as quais representam a expressão primária do gene (PIMENTEL, 1988). Baseia-se na separação de partículas em um determinado gel de acordo com sua massa e carga e vem sendo utilizado na identificação de espécies desde 1970. Porém, nessa época, utilizava-se os padrões de proteínas totais para distinguir as espécies, tendo como produto um grande número de bandas que dificultava na

interpretação dos dados. Hoje, com a utilização dos padrões de isoenzimas, a leitura tornou-se fácil e simplificada (ALONSO; ALFENAS, 2006).

As isoenzimas são formas moleculares de uma mesma enzima com propriedades catalíticas similares, mas que diferem em suas mobilidades eletroforéticas (ALONSO; ALFENAS, 2006). A identificação de nematóides de galhas é feita principalmente pela enzima esterase (EST), porém outras, como a malato desidrogenase (MDH), a superóxido dismutase (SOD) e a glutamato oxalacetato transaminase (GOT), também são utilizadas para complementar as informações da EST.

As principais vantagens da utilização da eletroforese de isoenzimas são: reconhecimento da maioria das espécies de *Meloidogyne* ainda que em mistura; identificação de populações atípicas; eficiência (confiabilidade) e rapidez. Entretanto, essa técnica não permite a utilização de outros estádios de desenvolvimento do nematóide que não fêmeas e não permite também a separação de raças e fenótipos de esterase são conhecidos apenas nas 26 das 80 espécies de *Meloidogyne* descritas na literatura (ALONSO; ALFENAS, 2006).

2.6.3 Identificação por Hospedeiros Diferenciadores

Por apresentar preferências alimentares diferentes, e quando essas diferenças ocorrem dentro de uma mesma espécie diz-se tratar de raças fisiológicas diferentes. As raças de uma espécie não podem ser diferenciadas morfológicamente. O que se usa é a reprodução da população em plantas previamente estabelecidas, chamadas de hospedeiros diferenciadores. Quando um nematóide se multiplica, recebe o sinal (+) e quando não se multiplica, um sinal (-) (ALONSO; ALFENAS, 2006) (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Exemplo de plantas diferenciadoras utilizadas na identificação de algumas espécies e raças de *Meloidogyne*.

Espécie/Raça	Plantas diferenciadoras					
	Fumo	Algodão	Pimentão	Melancia	Amendoim	Tomate
<i>M. incognita</i> raça 1	-	-	+	+	-	+
<i>M. incognita</i> raça 2	+	-	+	+	-	+
<i>M. incognita</i> raça 3	-	+	+	+	-	+
<i>M. incognita</i> raça 4	+	+	+	+	-	+
<i>M. arenaria</i> raça 1	+	-	+	+	+	+
<i>M. arenaria</i> raça 2	+	-	-	+	-	+
<i>M. javanica</i>	+	-	-	+	-	+
<i>M. hapla</i>	+	-	+	-	+	+

2.6.4 Identificação por Marcadores Moleculares

As primeiras técnicas de biologia molecular aplicadas para nematóides fitopatogênicos envolveram a análise do polimorfismo de fragmentos obtidos pela digestão do DNA total com enzimas de restrição (RFLPs). Porém, somente após a técnica de amplificação de DNA por PCR que uma melhor discriminação interespecífica pode ser obtida, sendo propostos novos métodos de diagnóstico, como a amplificação de regiões de DNA mitocondrial ou ribossômico. O método de RAPD (DNA polimórfico amplificado ao acaso) tem sido utilizado para muitos estudos, devido a sua sensibilidade, rapidez e simplicidade.

Atualmente, tem-se utilizado marcadores de RAPD convertidos em SCAR (Região amplificada de sequência caracterizada), que são marcadores de RAPD cuja sequência interna tenha sido determinada, permitindo compor primers mais longos, ricos em GC e de sequência específica.

Marcadores SCAR espécie-específicos já foram definidos para as três principais espécies de *Meloidogyne* parasitas do café no Brasil: *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* (ALONSO; ALFENAS, 2006).

2.7 DISSEMINAÇÃO

Os nematóides comumente são disseminados através de mudas infestadas, fragmentos de solo infestado aderido a implementos agrícolas, veículos, botas e calçados, água de irrigação, chuva, entre outros. (TIHOHOD, 1993).

2.8 MANEJO DE NEMATÓIDES

Se a área de cultivo do café estiver infestada por fitonematóides, na maioria das vezes, o controle é ineficiente e é difícil a eliminação completa (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). Entretanto, é possível reduzir populações e mantê-las em níveis baixos através de medidas de controle (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Algumas estratégias de manejo dos nematóides de galhas no café não vêm apresentando a mesma eficiência alcançada em outros cultivos. Isto, provavelmente é devido ao café ser uma cultura perene, propiciando condições para aumento populacional dos nematóides permanentemente (GONÇALVES, 1999). Em áreas infestadas a primeira medida a ser tomada antes do controle é a análise nematológica para identificação da (s) espécie (s) presente (s) e a determinação do nível de infestação (KRZYZANOWSKI, 2000).

A principal estratégia de manejo ainda é evitar a sua disseminação através de solos, águas e culturas contaminadas (GONÇALVES et al., 1998).

2.8.1 Controle Cultural

Através de técnicas como alqueive, rotação de culturas e adubação orgânica é possível realizar o controle cultural dos nematóides. Porém, para definir a programação das estratégias que serão utilizadas para o manejo, é necessário ter conhecimento das espécies e raças presentes no cafezal.

O alqueive consiste em manter o solo sem vegetação através de arações, gradagens e uso de herbicidas, para eliminar plantas hospedeiras suscetíveis aos nematóides, seguido de pousio. A exposição à luz solar e ação do calor, aliada a inanição, provocará uma diminuição na população dos parasitos. Essa prática só pode ser realizada em áreas de renovação de cafezais (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

A rotação de culturas depende da identificação da (s) espécie (s) e raça (s) de nematóides presentes na área. Essa prática vem mostrando bons resultados em áreas de renovação cafeeira, entretanto, em áreas infestadas, o uso de plantas antagônicas, intercaladas a cafeeiros não tem propiciado controle satisfatório (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). A rotação nunca pode ser feita com um bom hospedeiro para o nematóide, mas, empregando-se plantas não hospedeiras ou hospedeiras ruins como mucunas, crotalárias e amendoim. As plantas são as únicas fontes de alimentação e de nutrientes para os nematóides, por isso, privando-os do alimento, a densidade populacional dos nematóides sofrerá um decréscimo (CAMPOS, 1999). A rotação de culturas no controle de nematóides é questionável por razões econômicas e de especificidade do mercado.

A adubação orgânica (farelo de mamona, palha de café) têm sido relatada como eficiente na redução de populações de nematóides devido à população microbiana, principalmente, fungos e bactérias que atacam nematóides, reduzindo e mantendo a população de parasitos. Além disso, a adubação orgânica favorece o melhor desenvolvimento das plantas pela melhoria das condições físicas do solo e como fonte de nutrientes (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

2.8.2 Controle Físico

A solarização tem sido utilizada no combate a diversos organismos, pois controla patógenos de solo através da temperatura provida da energia solar (KATAN et al., 1976). Consiste na cobertura de solo úmido por uma película de plástico transparente antes do plantio, durante cerca de oito semanas, com intensa radiação solar (NEVES et al., 2007). A vantagem adicional dessa termoterapia é que os microrganismos benéficos termorresistentes atuam sobre os fitopatógenos

enfraquecidos, promovendo um controle biológico em adição ao efeito térmico. A sobrevivência dos antagonistas dificulta, ainda, a reinfestação do solo por fitoparasitas (SANTOS et al., 2006).

A solarização tem se mostrado ainda mais eficiente quando combinada à biofumigação, que produz gases tóxicos com grande efeito sobre patógenos de solo (STAPLETON; DeVAY, 1983 apud NEVES et al., 2007). Entretanto, ao nível de cafezal, não é viável.

2.8.3 Controle Químico

O controle químico se faz pelo uso de nematicidas sistêmicos ou de contato, que atuam diminuindo o nível populacional desses parasitos por um determinado período (MARCUIZZO et al., 2000). Devem ser aplicados no início da estação chuvosa, quando o sistema radicular entra em franca absorção de água e nutrientes pela emissão de radículas. A eficiência do produto aumentará, coincidindo também, com as melhores condições de temperatura e umidade para a eclosão de larvas de segundo estágio no solo, já que estas são as mais sensíveis à ação do nematicida que aquelas no interior de raízes ou dos ovos. Em lavouras adultas, é impraticável, sob o ponto de vista econômico, realizar aplicações de nematicidas, por ser preciso tratar grande volume de solo e, ainda, por já estarem as raízes primárias do cafeeiro, na maioria dos casos, bastante comprometidas, com difícil recuperação (SANTOS, 2010).

2.8.4 Controle Biológico

A existência de nematóides predadores, fungos parasitas, bactérias e ácaros de solo pode exercer influência significativa na redução de fitonematóides (STIRLING, 1991), podendo reduzir populações de fitonematóides para limiares abaixo do nível de dano econômico (DUNCAN, 1991).

Diversos gêneros e espécies de fungos têm sido estudados no controle biológico de fitonematóides, devido a capacidade de capturar nematóides. São conhecidos cerca de 70 gêneros e 160 espécies com a habilidade de usar nematóides em sua alimentação (FERRAZ et al., 2001). No café, o principal método de controle biológico é através da utilização de fungos do gênero *Arthrobotrys*, *Paecilomyces* e *Verticilium* (CAMPOS et al., 1992), sendo o *Paecilomyces lilacinus* (THOM, 1910), um fungo de solo que tem se mostrado efetivo no biocontrole de espécies do gênero *Meloidogyne* (KERRY, 1990).

Cadioli et al. (2009), estudando efeitos de isolados de *P. lilacinus*, observaram a redução de ovos e J2 presentes no solo e nas raízes dos experimentos, além do aumento no tamanho das plantas.

2.8.5 Controle Genético

A maior parte das estratégias de manejo torna-se mais eficiente quando utilizada juntamente com o melhoramento genético, ou seja, o manejo correto associado às cultivares mais adaptadas a determinadas regiões. Dentre as estratégias de manejo, a utilização de resistência é, sem dúvida, uma das alternativas mais desejáveis considerando sua compatibilidade com outras práticas de manejo e não ser prejudicial ao ambiente (FANCELLI, 2003). O uso de cultivares resistentes é o meio de controle mais eficiente, economicamente viável e ambientalmente correto (GONÇALVES et al., 1998).

A resistência da planta a pragas é geralmente definida pela habilidade da mesma em diminuir, inibir ou superar o ataque do patógeno (WINGARD, 1953). Por outro lado, plantas não resistentes podem continuar crescendo ou produzindo. Frequentemente, os nematologistas relacionam respostas do hospedeiro ao parasitismo dos nematóides com a habilidade da planta em suportar a reprodução do nematóide.

Em contraste à resistência que é a habilidade da planta em inibir a reprodução da espécie do nematóide, a planta pode tolerar ou não a reprodução dos nematóides com maior ou menor grau de produção ou crescimento podendo ser tolerante ou intolerante. Uma planta suscetível pode ser intolerante, não o

parasitismo do nematóide, ou pode ser tolerante com crescimento ou produção parcial ou total, permitindo o desenvolvimento do nematóide. Esses diferentes conceitos em áreas distintas devem ser considerados para definir a resistência da planta a pragas e patógenos, os métodos utilizados para avaliar resistência e a natureza da interação da praga ou patógeno com o hospedeiro, assim como formular estratégia de manejo integrado dos nematóides em cultivo comercial de plantas (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

3 ARTIGO A: “KIT DE CULTIVARES DE CAFÉ RESISTENTES AOS NEMATÓIDES”: NOVA TECNOLOGIA PARA ADOÇÃO DE CULTIVARES RESISTENTES EM PROPRIEDADES INFESTADAS POR NEMATÓIDES

3.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo

Este trabalho visa apresentar e propor a utilização do “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides”, como uma nova tecnologia para a viabilização da cafeicultura em áreas infestadas por nematóides. É uma tecnologia simples, rápida, eficiente e de baixo custo, que possibilita a indicação segura de cultivares em áreas infestadas ou a não recomendação do cultivo de café. O kit é composto por cultivares possivelmente resistentes, um padrão suscetível, um padrão resistente e planta indicadora. Dados da primeira etapa de distribuição dos “kits” mostraram poucos problemas operacionais na implantação. Foi possível identificar propriedades aptas para o cultivo do café, mesmo com presença de nematóides, se usadas as cultivares resistentes presentes no “kit”. As cultivares IPR-100, IPR-106 e Apatã IAC-2258 foram indicadas para várias propriedades de café infestadas por nematóides no estado do Paraná. O “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” também poderia ser aplicado em outras culturas, devendo ser modificado de acordo com a necessidade específica de cada cultura.

Palavras-Chave: *Coffea*. *Meloidogyne*. Nematóide de galhas.

“NEMATODE RESISTANT COFFEE CULTIVARS KIT”: NEW TECHNOLOGY FOR ADOPTION OF RESISTANT CULTIVARS IN FARMS INFESTED WITH NEMATODES.

Abstract

This research aims to present and propose the use of the “nematode resistant coffee cultivars kit” such as a new technology for viabilization of coffee crop in nematodes infested areas. It is a simple, fast, efficient and inexpensive technology, which allows the safe indication of cultivars in infested areas or not recommendation of coffee crop. The kit consists of resistant cultivars, a susceptible standard, a resistant standard and indicator plant. Results of the first kits distribution stage showed fewer operational implementation problems. It was possible to identify farms able to coffee crop, even with the presence of nematodes, if used resistant cultivars present in the “kit”. The coffee cultivars IPR-100, IPR-106 e Apatã IAC-2258 were indicated for several coffee farms infested with nematodes in Paraná State. The “nematode

resistant coffee cultivars kit” could also be applied to other crops, however should be modified according the specific need of each culture.

Keywords: *Coffea*. *Meloidogyne*. Root-knot nematodes.

3.2 INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira tem sofrido consideráveis prejuízos devido à presença dos nematóides do gênero *Meloidogyne*, que ocasionam grandes perdas na produtividade, podendo levar à morte da planta e ao fracasso do empreendimento devido a controle muito difícil e oneroso deste parasito. Segundo Sasser e Frekman (1987), a redução estimada da produção mundial de café causada pelos fitonematóides é de 15%. Conforme Lordello (1976 apud GONÇALVES et al., 2004) as espécies de *Meloidogyne* são responsáveis por 75% da redução da produção brasileira de café causada por nematóides. No Brasil, as espécies de maior importância são a *M. exigua*, pela ampla distribuição geográfica, *M. incognita* e *M. paranaensis*, pela severidade do ataque. Gonçalves et al. (2004) ainda relataram que é necessário considerar as perdas indiretas causadas pelo parasitismo dos nematóides como a menor tolerância ao frio e à seca e a perda parcial na eficiência de utilização de insumos relacionado à absorção radicular.

No Paraná, a presença de nematóides tem inviabilizado o cultivo do café em diversas regiões, principalmente as de temperatura mais elevada e solo arenoso. Esses fatores que favorecem a multiplicação do parasito, e dependendo da população de nematóides, das raças e espécies presentes na propriedade, podem inviabilizar economicamente as áreas em menos de dois anos no campo, Os nematóides que já foram constatados no Paraná são *M. paranaensis*, *M. incognita* (raças 1, 2, 3, 4), *M. exigua* e *M. coffeicola*. Nas propriedades infestadas por nematóides, são observadas normalmente a predominância de misturas entre espécies e raças (SOUZA et al., 2000).

Na maioria dos casos, o controle de nematóides é ineficiente, principalmente se a área estiver infestada, sendo praticamente impossível eliminá-los (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). O controle químico, cultural e biológico ainda são alternativas economicamente inviáveis, sendo o uso de cultivares de café geneticamente resistentes em áreas infestadas o método mais econômico e

ambientalmente correto (GONÇALVES et al., 1998). Não tem sido relatado casos de quebra de resistência por mutação e recombinação provavelmente devido à sua reprodução partenogenética e devido ao seu hábito sedentário e pouca mobilidade no solo.

Antes do plantio de café na propriedade, é importante saber se a propriedade apresenta nematóides que podem afetar a cultura. O tempo que se consome para determinar o tipo de nematóide exige cerca de seis a oito meses e o custo é elevado e inacessível, inviabilizando essa análise para os agricultores familiares. Muitas vezes não é importante saber qual nematóide está presente na área, pois é desconhecida a reação dos cafeeiros para todos os nematóides, inclusive os ainda desconhecidos pela comunidade científica como parasitos do cafeeiro. Além disso, nas propriedades infestadas por nematóides, normalmente, ocorre a mistura de espécies e raças conforme Souza et al. (2000).

A indicação errada das cultivares, quanto à resistência aos nematóides, pode levar ao fracasso do cafezal, pois o controle do nematóide será economicamente inviável para cafeeiros suscetíveis aos nematóides presentes na propriedade. Podem ocorrer prejuízos institucionais incalculáveis para as entidades de pesquisa e assistência se uma cultivar for indicada erroneamente para os cafeicultores.

Como a população de nematóides numa propriedade é muito diversa e as cultivares de café não são resistentes a todos os nematóides, propõe-se neste trabalho o uso do “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” para uma melhor indicação de cultivares em propriedades infestadas por nematóides.

3.3 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Para disponibilizar cultivares de café com resistência aos nematóides específicos de cada propriedade, a utilização da tecnologia “Kit cultivares de café resistentes aos nematóides” apresenta-se como uma alternativa simples, rápida, eficiente e de baixo custo aos cafeicultores, indicando cultivares para o plantio seguro na área infestada, podendo indicar também a não recomendação, caso não exista cultivar resistente aos nematóides presentes na propriedade.

A metodologia é bastante simplificada para se adequar às características desde a cafeicultura familiar até os grandes cafeicultores, para que, com o tempo, os extensionistas e agricultores possam aprender e adotar independentemente.

O “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” é composto basicamente de cultivares possivelmente resistentes; um padrão suscetível; um padrão resistente e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), que é suscetível à maioria dos nematóides do gênero *Meloidogyne*, representando uma planta indicadora com alta reprodução dos nematóides.

As cultivares resistentes utilizadas são IPR 100 (resistente a *M. paranaensis* e *M. incognita* raças 2 e 1.), IPR 106 (resistente a *M. paranaensis* e *M. incognita* raça 2), Tupi IAC 1669-33 (resistente a *Meloidogyne* spp.) e Obatã IAC 1669-20 (resistente a *Meloidogyne* spp.). Como padrão suscetível podem ser utilizadas as cultivares do “Catuaí” ou do “Mundo Novo” e como padrão resistente a cultivar Apatã IAC 2258 de *Coffea canephora* (resistente a *M. paranaensis* e *M. incognita* raças 2 e 1). Estas plantas foram produzidas no IAPAR e entregues para os agricultores via entidade de assistência técnica, como a EMATER.

Basicamente são 12 os passos a serem seguidos para a adoção da tecnologia “Kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” os quais estão descritos a seguir.

1º) **Recebimento do “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides**: os agricultores recebem as cultivares de café, possivelmente resistentes, juntamente com o padrão suscetível e o padrão resistente, junto com o quiabo (suscetível geral), todos identificados com etiquetas;

2º) **Preparação do inoculo**: cafeeiros com nematóides são arrancados no foco de áreas previamente identificadas e com alta infestação usando-se as galhas de nematóides nas raízes do cafeeiro ou do quiabo usadas no mapeio de nematóides da propriedade se não existe cafeeiro parasitado;

3º) **Construção do canteiro para “kit”**: fazer canteiro não elevado com as raízes e a terra da zona radicular de cafeeiros infestados arrancados dos focos e homogeneizar bem o canteiro. Fazer a cobertura do canteiro com palha ou sombrite (75% de luminosidade).

4º) **Implantação manutenção dos cafeeiros no canteiro da propriedade**: cada cultivar de café é plantada em uma linha com espaçamento

aproximado de 1 cm entre plantas e 15 cm entre linhas colocando a etiqueta em cada cultivar. Manter sem deficiência nutricional e patógenos de folhas e caule; Além da irrigação normal, irrigar uma vez cada 30 dias com 5 litros da solução contendo 50 ml de água sanitária (hipoclorito de sódio) e 50 ml de Derosal a 1% em cada metro quadrado do canteiro;

5º) **Controle da boa reprodução dos nematóides:** o quiabo é semeado entre as linhas de café, para servir de indicadora de reprodução dos nematóides no canteiro;

6º) **Mapeamento detalhado da distribuição do nematóide em toda a propriedade:** nas áreas onde se quer cultivar o café na propriedade, o quiabo é semeado a cada 1 a 10 metros de distância de acordo com o tamanho da propriedade, grau de precisão desejada da análise e grau de infestação dos nematóides, sendo os espaçamentos menores, respectivamente, para as pequenas propriedades, mais precisão e menos infestação. Após três meses, as raízes do quiabeiro são avaliadas visualmente pela presença de galhas e é anotado no mapa da propriedade onde foram constatadas galhas. Assim, são demarcadas as áreas livres de nematóides e livres de erosão, sendo indicadas para plantio de cultivares suscetíveis. O mapeamento da propriedade pode ser feito antes ou na mesma época da instalação do kit de cultivares. O mapeamento três meses antes da instalação dos kits é feito quando não existem cafeeiros infestados na propriedade, ou seja, não existe inoculo de nematóides para instalação dos kits. O inoculo pode ser obtido das plantas de quiabo infestadas, as quais foram usadas no mapeamento. Durante o mapeamento, as plantas de quiabo também devem ser plantadas em áreas com maior probabilidade de ocorrência dos nematóides, como terraços, caixas de retenção de água, abaixo das vias de acesso de visita de pessoas, animais e/ou veículos, e até em pomares e jardins, dependendo da localização;

7º) **Redução populacional de nematóides antes do plantio de cafés resistentes:** nas áreas infestadas por nematóides, a área total para café pode ser dividida em 4 a 10 partes. Imediatamente, inicia-se a redução populacional de nematóides nos primeiros 1/5 a 1/10 de área prevista para o plantio parcelado bienal ou anual de café na propriedade com o plantio de cultivares resistentes aos nematóides e controlar a erosão e ervas daninhas;

8º) **Coleta dos materiais:** após três meses do plantio do kit, são arrancadas cuidadosamente 20 das 30 plantas de cada linha separadamente, preservando o máximo de raízes;

9º) **Preparação das amostras e envio para laboratório:** as 20 plantas de cada linha serão enviadas para o laboratório com uma pequena porção de terra, juntamente com a respectiva etiqueta, em saco plástico, do mesmo modo conforme foi recebido pelos agricultores;

10º) **Avaliação da resistência das cultivares:** os cafeeiros e os quiabos vivos, que serão enviados para o laboratório da UEL e do IAPAR via EMATER ou entidades de assistência técnica, serão avaliados após coloração com floxina B, seguindo uma escala de notas de 1 a 6 (TAYLOR; SASSER 1978, modificado), sendo nota 1 para ausência de galhas e massas de ovos (GO); nota 2 para plantas com 1 a 2 GO; nota 3, de 3 a 10 GO; nota 4, de 11 a 30 GO; nota 5, de 31 a 100 GO e nota 6, para mais de 100 GO. Essas cultivares serão classificadas como resistentes (notas 1 e 2), parcialmente resistentes (notas 3 e 4) ou suscetíveis (notas 5 e 6) comparando com as notas médias do IGO dos padrões resistente e suscetível;

11º) **Encomenda das mudas:** se encontrado cultivares resistentes, as mudas deverão ser encomendadas junto aos viveiros;

12º) **Avaliação visual pelos técnicos e/ou agricultores:** as dez plantas restantes, são mantidas no local para avaliação visual aos seis meses pelos extensionistas e aos doze meses pelos agricultores, sendo cinco plantas para cada. A avaliação das plantas será pela comparação do vigor dos cafeeiros e do quiabo com o padrão suscetível (cultivares do “Catuaí” ou do “Mundo Novo”) e resistente (‘Apoatã IAC 2258’).

A indicação das cultivares de café nas propriedades poderá ser baseada na análise realizada nos laboratórios do IAPAR de forma rápida. Poderá ser realizada em Universidades, Cooperativas, Associações ou Prefeituras com pequeno investimento constituído de pequeno telado de 25-50 m², uma sala com laboratório rústico composto por pia, mesa/balcão com superfície de pedra, uma lupa e corante Floxina – B. A condução pode ser feita por um técnico em laboratório. No caso de ausência de apoio de laboratório, alternativamente, os materiais podem ser avaliados visualmente comparando-se as raízes com galhas e o tamanho e o vigor das plantas com os padrões pelos extensionistas e agricultores.

3.4 VALIDAÇÃO DA TECNOLOGIA

Nesta primeira etapa de distribuição, foram enviados 83 “kits” a propriedades localizadas em 25 municípios. Destas, 28 propriedades (33,7%) tiveram algum problema operacional que impediu a análise do “kit” (Tabela 2.1). Os problemas apresentados foram: “kit” retornado com número de plantas menor que quatro em pelo menos uma cultivar, sendo considerado insuficiente para avaliação; inoculo insuficiente no canteiro; testemunha suscetível sem nematóide possivelmente causado pela falta de homogeneização do solo juntamente com as raízes infestadas; incapacidade de avaliação de no mínimo uma das cultivares que compõe o “kit”, devido a não devolução do material ou pelo estado ruim de conservação.

Tabela 2.1 – Notas médias dos locais onde foram distribuídos os “kits de cultivares de café resistentes aos nematóides”.

Locais	Cultivares de café ⁽¹⁾					
	IPR 100	IPR 106	Obatã	Tupi	Apoatã	MN
Altônia I	1,10	2,95	5,58	4,95	1,70	5,05
Altônia II	2,18	2,31	3,96	4,42	3,33	4,38
Altônia III	3,55	2,00	3,17	3,31	4,10	4,89
Altônia IV	3,88	2,33	4,63	5,13	4,00	5,38
Altônia V	4,79	4,61	4,89	5,47	4,65	5,85
Altônia VI ^{(3) (5)}	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,06
Arapongas I ⁽⁵⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arapongas II ⁽⁵⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arapongas III ^{(4) (5)}	2,48	-	4,48	4,25	1,37	4,71
Arapongas IV ⁽⁴⁾	2,48	-	4,48	4,25	1,37	4,71
Apucarana VI	1,00	1,00	2,35	2,73	1,00	1,40
Astorga I	2,27	1,96	4,80	1,67	1,10	3,00
Astorga I ⁽⁵⁾	1,00	2,90	1,00	1,00	1,00	1,00
Astorga II	2,48	1,78	5,25	5,05	2,45	5,18
Astorga II	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,48
Astorga III	1,70	1,70	1,81	3,75	1,85	3,90
Astorga IV	1,13	1,04	3,08	2,72	1,29	3,42
Astorga V	1,91	1,87	5,38	2,56	1,91	3,81

Astorga VI	1,83	1,00	2,96	3,39	1,40	3,30
Astorga VII	2,37	2,73	5,13	4,36	2,83	3,55
Astorga VIII	2,38	2,63	5,20	4,21	2,85	3,53
Astorga IX	3,43	2,95	5,14	5,20	3,50	5,25
Astorga X	3,92	3,41	5,52	5,16	3,55	4,82
Astorga XI	3,13	3,28	4,74	5,25	4,04	4,70
Astorga XII	4,00	3,38	5,48	5,00	4,21	5,20
Cafeara I	3,18	2,75	5,33	5,00	3,92	5,20
Cafeara II	3,19	2,63	5,14	4,11	2,25	4,75
Cafeara III ^{(3) (5)}	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Cambé I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40
Cambé II	1,00	1,40	1,37	1,00	1,00	2,56
Cambé III	2,00	2,33	4,00	4,14	1,00	3,00
Cambé IV	1,00	1,40	1,37	1,00	1,00	2,56
Cambira	1,24	2,60	4,60	4,26	1,48	3,87
Cianorte I	1,85	1,64	5,11	4,07	1,78	4,22
Cianorte II ⁽³⁾	1,00	1,67	1,14	2,69	1,64	1,13
Colorado I	4,38	4,59	5,13	5,00	5,10	5,30
Colorado II	3,56	2,25	4,80	5,17	3,87	5,11
Cornélio Procópio I ⁽⁴⁾	1,00	2,00	2,58	2,50	1,00	-
Cornélio Procópio II	2,11	1,75	4,00	4,33	2,22	2,50
Florestópolis	2,88	2,50	4,80	5,17	1,92	4,70
Ibiporã	1,00	1,82	4,28	4,27	2,33	4,00
Itaguajé	3,87	3,00	5,20	4,93	4,08	5,00
Londrina I ⁽⁴⁾	4,00	3,57	5,82	-	3,13	5,47
Londrina II	1,30	1,62	2,69	2,21	1,57	2,56
Londrina III	2,50	2,46	5,27	5,31	4,29	5,14
Londrina IV	2,86	2,00	4,60	4,33	1,50	4,33
Londrina V ⁽⁵⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Londrina VI ⁽⁴⁾	-	1,00	4,33	3,90	2,27	4,20
Londrina VII ^{(3) (5)}	1,16	1,00	1,21	1,00	1,00	1,06
Londrina VIII ⁽⁵⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Londrina IX ^{(4) (5)}	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00
Mandaguaçu I ^{(3) (5)}	1,44	1,00	1,94	1,05	1,00	1,21
Mandaguaçu II	1,11	1,00	1,45	2,90	1,05	2,90
Mandaguari I ^{(3) (5)}	1,20	1,21	1,00	1,00	1,00	1,21
Mandaguari II ^{(2) (3) (5)}	1,57	1,00	1,78	1,17	1,00	1,33
Mandaguari III	1,86	2,24	4,50	5,38	3,00	5,20
Mandaguari IV	1,90	2,21	4,65	5,25	3,05	5,17
Maringá	3,72	3,21	5,17	5,11	4,39	4,47
Mirassolva I	1,00	1,00	2,11	1,00	1,11	2,80
Mirassolva II	1,37	1,00	2,87	2,40	1,00	2,89
Mirassolva III ^{(2) (5)}	1,00	1,00	1,64	1,00	1,30	1,00
Mirassolva IV ^{(2) (5)}	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mirassolva V	1,78	1,00	2,80	2,62	1,00	3,00

Mirassolva VI	1,00	1,00	2,56	1,00	1,25	3,00
Mirassolva VII ⁽⁵⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mirassolva VIII	1,64	1,40	4,64	2,92	1,88	3,75
Munhoz de Mello I	1,65	1,68	3,80	4,22	1,50	3,63
Munhoz de Mello II	3,15	3,20	5,14	4,25	2,83	5,00
Munhoz de Mello III	3,15	3,21	4,89	4,60	3,11	5,11
Munhoz de Mello IV	1,78	2,00	3,80	4,07	2,00	3,50
Não Identificado I ^{(3) (5)}	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,60
Não Identificado II ⁽⁴⁾	3,60	3,00	5,60	-	3,60	5,00
Paranavaí	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00
Pitangueiras	3,50	3,42	5,23	5,22	4,53	4,94
Rolândia	3,57	3,00	4,82	4,83	3,88	4,90
Santa Fé I	1,00	1,00	2,33	1,00	1,11	2,33
Santa Fé II	1,00	1,00	2,33	1,00	1,11	2,33
São Jorge do Patrocínio I	4,00	3,63	4,67	5,00	3,06	5,19
São Jorge do Patrocínio II	3,00	3,00	4,50	4,94	4,08	5,05
Tamarana I ⁽⁴⁾	4,00	3,57	5,82	-	3,13	5,47
Tamarana II ⁽⁴⁾	3,60	3,00	5,60	-	3,60	5,00
Tamarana III ⁽⁴⁾	2,40	2,60	4,50	-	1,40	5,00
Xambrê ^{(3) (5)}	1,00	1,22	1,21	1,63	1,10	1,00

⁽¹⁾ Obatã IAC 1669-20; Tupi IAC 1669-33; Apoatã IAC 2258 (padrão resistente); MN= Mundo Novo IAC 376-4 (padrão suscetível).

⁽²⁾ "Kit" retornado com número insuficiente de plantas (menor que quatro) a serem avaliadas em pelo menos uma cultivar;

⁽³⁾ Inóculo insuficiente no canteiro instalado na propriedade e/ou presença de nematóides não parasitos de cafeeiros e/ou presença de nematóides que perderam a virulência em cafeeiros;

⁽⁴⁾ Não considerado pela inviabilidade de avaliação de uma cultivar, devido à devolução do material com seu estado de conservação ruim.

⁽⁵⁾ Não considerado devido à ausência de nematóides na testemunha suscetível causados possivelmente pela falta de homogeneização do solo juntamente com as raízes infestadas.

Dentre as propriedades que puderam ser analisadas, em 90% dos casos foi possível diagnosticar pelo menos uma cultivar que pode ser recomendada ou não para o plantio. Propriedades em que não apresentaram nenhuma cultivar suscetível, apesar da presença de amostras de solo/planta com galhas em outras plantas, foram consideradas aptas para cultivo de café. O mesmo pode ser feito em cinco propriedades (9,1%) que não apresentaram nenhuma ocorrência de nematóides em nenhuma cultivar, indicando que nestas propriedades poderão ser plantadas qualquer uma das cultivares avaliadas para cultivo comercial de café. Isto é devido à possível ausência de nematóides do gênero *Meloidogyne* parasitos de cafeeiros e/ou presença de nematóides parasitos do cafeeiro que perderam a virulência pela multiplicação sucessiva em plantas de outras espécies (CARNEIRO; JORGE, 2001).

Quatro propriedades (7,3%) apresentaram a cultivar IPR-100 como suscetíveis, contra sete suscetíveis (12,7%) da cultivar Apatã IAC-2258. Em 17 propriedades (30,9%) a cultivar IPR-106 mostrou-se mais suscetível que a cultivar IPR-100, podendo indicar a presença de *M. incognita* raça 1, para a qual esta cultivar é suscetível.

É possível que a cultivar Tupi IAC-1669/33 Cambira possa resistir ao nematóide *M. incognita* raça 3 de acordo com os resultados dos kits distribuídos nas propriedades Astorga I e V, Mirassela I e VI, Santa Fé I e II. A cultivar Obatã IAC-1669/20 é possível que resista à raça 4 de *M. incognita*, pelos resultados dos kits Astorga III e 54.

Quando as cultivares Tupi IAC-1669/33 e Obatã IAC-1669/20, respectivamente possíveis portadores de genes de resistência aos nematóides *M. incognita* raças 3 e 4, as cultivares Apatã IAC-2258, IPR-100 e IPR-106 também mostraram-se resistentes, o que pode indicar que estas três últimas cultivares também possam ser portadoras de genes de resistência às raças 3 e 4 de *M. incognita*.

Em seis propriedades (10,7%) a cultivar Apatã IAC-2258 mostrou-se suscetível enquanto a cultivar IPR-100 e IPR-106 comportavam-se como resistentes, indicando que as cultivares IPR-100 e IPR-106 podem ter gene de resistência que a cultivar Apatã IAC-2258 não possui.

Quatro propriedades (7,1%) não apresentaram nenhuma cultivar resistente, onde nem mesmo o padrão resistente 'Apatã IAC 2258' apresentou resistência. Dentre essas, três propriedades devem ser analisadas com maiores detalhes devido à alta suscetibilidade de todas as cultivares, fato que pode indicar a presença de gêneros/espécies/raças novas ou mistura de nematóides nessas áreas, necessitando novas pesquisas para levantamento e identificação. Outra possibilidade é a pressão de inoculo estar sendo excessiva, fazendo com que cultivares parcialmente resistentes apresentem mais galhas que massa de ovos, podendo ser resistentes. Assim, são necessárias novas pesquisas de comportamento de cultivares em pressão de inoculo diferente ou mesmo quebra de resistência devido à algum fator ambiental, como a alta temperatura, que pode anular a ação de genes de resistência, como no caso do tomate, relatado por Araújo et al. (1982).

Assim, a redução populacional de áreas infestadas por nematóides antes do plantio de cultivares resistentes é imprescindível para que não haja casos de resistência insuficiente por população muito alta ou a ocorrência de dano oculto provocada por parasitismo que não causa a morte da planta, mas reduz a produtividade e leva à perda de lucratividade, especialmente nos anos de preços baixos.

A resistência das cultivares indicada pelo uso do kit é para as raças e espécies presentes na propriedade no momento do teste, não devendo permitir a entrada de tipos diferentes de nematóides por qualquer muda e terra infestadas que anulem a resistência. Apenas uma fêmea pode reproduzir cerca de 1000 novos nematóides em apenas 30 dias sem a necessidade de macho devido a sua reprodução partenogenética.

O uso desta tecnologia nestes casos é de extrema importância, pois mesmo a cultivar padrão resistente à maioria das espécies de *Meloidogyne*, „Apoatã IAC-2258”, não pode ser recomendada seguramente como porta-enxerto genérico, pois não confirmou sua resistência em algumas propriedades.

A tecnologia do “kit” também ajudará entidades de assistência técnica na indicação com mais segurança das cultivares resistentes aos nematóides independente de se conhecer a(s) espécie(s) de nematóides do gênero *Meloidogyne*, puras ou em mistura.

Como as cultivares de café não são resistentes a todos os nematóides e devido à diversidade populacional de nematóides, a tecnologia do “kit” é uma alternativa de baixo custo, simples, rápida e precisa, para indicar cultivares de café resistentes, de forma segura, inclusive aos nematóides ainda desconhecidos pela comunidade científica como parasitos do cafeeiro. Pode ser adaptado também para utilização na diferenciação preliminar de espécies e raças presentes na área, de acordo com a resistência conhecida de cada cultivar.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Outras cultivares de café deverão ser utilizadas nos “kits” dependendo da região cafeeira, à medida que novas cultivares resistentes são lançadas com outras características de valor como precocidade de maturação,

tamanho dos grãos e resistência e adaptação a outros fatores biótico e abióticos. O “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” pode ser aplicado também em outras culturas, necessitando ser modificado de acordo com cada cultura e cada situação específica.

4 ARTIGO B: RESISTÊNCIA DE CAFEIROS UTILIZADOS NO “KIT DE CULTIVARES RESISTENTES AOS NEMATÓIDES” NO ESTADO DO PARANÁ

4.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo

Os nematóides estão inviabilizando o cultivo de café em diversas regiões do Brasil. Como a população de nematóides é muito diversa e as cultivares de café não são resistentes a todos os nematóides é possível que ocorra a indicação errada das cultivares, causando grandes prejuízos para as propriedades cafeeiras. Para a indicação segura de cultivares resistentes aos nematóides específicos para cada propriedade, a utilização do “kit de cultivares resistentes aos nematóides” é uma nova proposta tecnológica alternativa a ser utilizada pelos cafeicultores visando indicar cultivares resistentes para áreas infestadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência aos nematóides das cultivares de café distribuídas nos “kits de cultivares resistentes aos nematóides”. Os kits foram distribuídos entre novembro e dezembro de 2006 a diversos produtores localizados nas regiões Norte, Noroeste e Oeste do Paraná. Foi avaliado o resultado de 40 kits distribuídos para 40 propriedades de café. As cultivares foram avaliadas após seis meses pela contagem de galhas e massas de ovos (GO). ‘IPR 100’ e ‘IPR 106’ foram estatisticamente iguais ao padrão resistente ‘Apoatã IAC 2258’ na maioria dos casos, mas suscetíveis em alguns. Portanto, a recomendação generalizada dessas três cultivares pode provocar prejuízos para as propriedades cafeeiras. ‘Tupi IAC 1669-33’ e ‘Obatã IAC 1669-20’ também apresentaram resistência semelhante ao padrão resistente, porém em poucos locais, indicando resistência somente aos nematóides específicos dessas propriedades. Com o uso do “kit de cultivares resistentes aos nematóides” pode-se evitar esses erros na indicação de cultivares em propriedades infestadas por nematóides.

Palavras-chave: *Coffea arábica*. Melhoramento genético. *Meloidogyne*. Resistência aos nematóides de galhas.

RESISTANCE OF COFFEES USED AT “NEMATODE RESISTANT CULTIVARS KIT” AT PARANÁ STATE

Abstract

The nematodes are unfeasible the coffee crop in several Paraná's areas. In many cases, the nematodes control are inefficient, becoming impossible to eliminate them. The use of resistant cultivars to nematodes is a correct economical and

environmentally method of control. However, if the cultivars indication is wronging, it may be generate great losses. To available resistant coffee cultivars to specific nematodes of any areas, the use of “nematodes resistant cultivars kit” is a propose of new technology to be applied coffee growers to indicate susceptible cultivars to free areas and resistant cultivars to infested areas. Kits of plants were distributed to various producers in the northern region of Paraná in coffee farms with nematodes. The results of 40 kits distributed to 40 producers in the northern, northwestern and western regions of Paraná were evaluated. Cultivars belonging to the kits returned for analysis of the number of galls and eggs. The cultivars IPR 100 and IPR 106 were statistically identical to the ‘Apoatã IAC 2258’ resistant standard, in most cases, however were susceptible in others. Therefore, a general recommendation of these three cultivars may cause losses to the coffee farms. ‘Tupi IAC 1669-33’ and ‘Obatã IAC 1669-20’ also presents similar resistance to the resistant standard, but in few places, indicating nematode resistance only to those specific properties. Using the “nematode resistant cultivars kit” it is possible to avoid these errors to indicate cultivars in nematode infested properties.

Keywords: *Coffea Arabica*. crop breeding. *Meloidogyne*. Root knot nematodes.

4.2 INTRODUÇÃO

Os fitonematóides do gênero *Meloidogyne* vêm provocando grandes prejuízos para a cafeicultura brasileira e muitas vezes estão inviabilizando o plantio de novos cafezais em áreas infestadas.

Atualmente, existem quatorze espécies de *Meloidogyne* que parasitam o cafeeiro, sendo que no Brasil ocorrem as espécies *M. paranaensis*, *M. incognita*, *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. goeldii* e *M. hapla* (SANTOS, 2001).

Em cafezais paulistas, *M. paranaensis* encontra-se disseminado em freqüências que variam de 10,7 % a 24,5 % das amostras em que foram encontrados nematóides do gênero *Meloidogyne* (LORDELLO; LORDELLO, 2001), enquanto que em Minas Gerais, existe apenas um relato de sua ocorrência (SANTOS, 1997). *M. incognita* é a espécie com maior disseminação nas regiões do arenito do estado de São Paulo (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001) seguida por *M. exigua* e *M. paranaensis* (LORDELLO et al., 2001), e detectada em poucas propriedades cafeeiras dos estados do Espírito Santo (LORDELLO; HASHIZUME, 1971), Bahia (SOUZA et al., 2000) e Minas Gerais (LIMA et al., 1985; MARCUZZO et al., 2000), que têm *M. exigua* como a espécie mais disseminada (CAMPOS et al., 1985). No Paraná, as espécies/raças encontradas freqüentemente são *M.*

paranaensis, *M. incognita* raças 1 e 4 e espécies não identificadas de *Meloidogyne* (KRZYZANOWSKI et al., 2001).

O controle de nematóides em muitos casos é ineficiente, principalmente se a área já estiver infestada (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). Portanto, o uso de cultivares de café resistentes aos nematóides representa um dos métodos mais econômicos e ambientalmente corretos (GONÇALVES et al., 1998).

A resistência do cafeeiro ao *M. incognita* e *M. paranaensis* vem sendo encontrada em *C. canephora* (SERA et al., 2006a) e em *C. congensis* (GONÇALVES et al., 1988). As espécies *C. canephora*, *C. congensis* e *C. dewevrei* além de serem resistentes a vários nematóides, também, possuem um sistema radicular mais desenvolvido e apresentam resistência a outros patógenos (GONÇALVES, 1999). Fontes de resistência a *M. paranaensis* e a *M. incognita* (SERA et al., 2004) têm sido encontradas em plantas do "Icatu". Resistência para algumas raças de *M. incognita* também foram identificadas em cafeeiros arábicos do germoplasma Sarchimor (GONÇALVES et al., 1988). Gonçalves e Silvarolla (2001) relataram que os germoplasmas originados do cruzamento *C. arabica* x *C. canephora*, Icatu, Sarchimor e Catimor, apresentam resistência à *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*, porém geralmente são segregantes para suscetibilidade. Instituições de pesquisa do Brasil desenvolveram algumas cultivares resistentes aos nematóides como 'Apoatã IAC-2258' (porta-enxerto), 'IAPAR 59', 'IPR 100', 'IPR 106' e 'Acauã'.

Antes do plantio do café na propriedade é importante saber se no local existem nematóides que afetam a cultura. Saber qual nematóide está presente na área pode não ser importante, pois a reação dos cafeeiros para todos os nematóides ainda é desconhecida, inclusive para os ainda desconhecidos pela comunidade científica como parasitos do cafeeiro. Além disso, nas propriedades infestadas por nematóides, normalmente, ocorre a mistura de espécies e raças conforme Souza et al. (2000). Como a população de nematóides é muito diversa e as cultivares de café não são resistentes a todos os nematóides é possível que ocorra a indicação errada das cultivares. Isto pode levar ao fracasso do cafezal e provocar prejuízos para os agricultores e para as entidades de assistência técnica e de pesquisa. Para indicar cultivares de café, com segurança, rapidez e baixo custo, a utilização do "Kit de cultivares resistentes aos nematóides" é uma nova proposta tecnológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) para ser aplicada pelos

cafeicultores, visando indicar cultivares resistentes ou parcialmente resistentes específicos para cada propriedade. Os objetivos deste trabalho foram: a) avaliar a resistência aos nematóides das cultivares de café nos kits distribuídos no Paraná; b) indicar cultivares de café resistentes aos nematóides em áreas infestadas.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O “kit de cultivares resistentes aos nematóides” foi composto basicamente de cultivares possivelmente resistentes, um padrão suscetível, um padrão resistente e o quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), que é suscetível à maioria dos nematóides do gênero *Meloidogyne*, representando uma planta indicadora com alta reprodução dos nematóides. As cultivares possivelmente resistentes utilizadas foram ‘IPR 100’ ‘IPR 106’, ‘Tupi IAC 1669-33’ e ‘Obatã IAC 1669-20’. Como padrões foram utilizadas como suscetível a cultivar Mundo Novo 376-4 e como resistente a cultivar porta enxerto Apatã IAC 2258 de *Coffea canephora*. Essas plantas foram produzidas no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e entregues para os agricultores pelo Instituto Paranaense de Assistência e Extensão Rural (EMATER).

Foram distribuídos 84 “kits de cultivares de café resistentes aos nematóides” em 84 propriedades de café, entre novembro e dezembro de 2006 a produtores localizados na região norte, noroeste e oeste do Paraná, nos seguintes municípios: Alto Paraná, Altônia, Apucarana, Astorga, Cambé, Cambira, Cianorte, Cruzeiro do Oeste, Esperança Nova, Floraí, Florestópolis, Grandes Rios, Guairaçá, Icaraíma, Indianópolis, Jaguapitã, Japurá, Londrina, Mandaguaçu, Mandaguarí, Maria Helena, Mirassolva, Munhoz de Mello, Nova Esperança, Paraíso do Norte, Paranacity, Paranaíba, Perobal, Pitangueiras, Rondon, Santa Fé, São Sebastião do Paraíso, São Jorge do Patrocínio, Tamboára, Umuarama, Uniflor e Xambê. Os agricultores receberam as cultivares de café, possivelmente resistentes, juntamente com o padrão suscetível e o padrão resistente, além do quiabo (suscetível geral), todos identificados com etiquetas.

Em seguida, os cafeeiros já instalados na propriedade foram arrancados no foco de áreas previamente identificadas e com alta infestação de

nematóides. Construiu-se um canteiro não elevado com as raízes e a terra da zona radicular desses cafeeiros infestados. Cada cultivar de café que compõe o kit foi plantada em uma linha de 30 plantas, com espaçamento aproximado de 1 cm entre plantas e 15 cm entre linhas. Foram colocadas etiquetas para identificação. Cobriu-se o canteiro com palha ou sombrite (75% de luminosidade) e manteve-se sem deficiência hídrica. O quiabo foi semeado entre as linhas de café, para servir de indicadora de reprodução dos nematóides no canteiro.

Após três meses do plantio do kit, foram arrancadas 20 das 30 plantas de cada linha separadamente, preservando o máximo de raízes. As plantas arrancadas com as raízes foram enviadas para o laboratório de melhoramento de café do IAPAR e para o laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), com uma pequena porção de terra, juntamente com a respectiva etiqueta, em saco plástico, do mesmo modo que foi recebido pelos agricultores. Os cafeeiros enviados para os laboratórios da UEL e do IAPAR, foram avaliados após coloração com floxina B, seguindo uma escala de notas de 1 a 6 (TAYLOR; SASSER 1978, modificado), sendo: nota 1 = ausência de galhas e massas de ovos (GO); nota 2 = plantas com 1 a 2 GO; nota 3 = 3 a 10 GO; nota 4 = 11 a 30 GO; nota 5 = 31 a 100 GO ; nota 6 = mais de 100 GO.

Dos 84 kits enviados para os agricultores foram avaliados somente 40 kits de 40 propriedades de café. Cada propriedade de café foi considerada como sendo uma repetição, totalizando 40 repetições. Cada cultivar representou um tratamento com parcela mínima de dez plantas. Os dados dos 40 kits foram submetidos à análise de variância como blocos ao acaso, ao nível de média de parcelas, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de significância.

As porcentagens de plantas resistentes (R), moderadamente resistentes (MR), moderadamente suscetíveis (MS), suscetíveis (S) e altamente suscetíveis (AS) foram obtidas para cada cultivar em 33 dos 40 kits de café avaliados. O índice de galhas e massas de ovos (IGO) foi utilizado para classificar os cafeeiros quanto aos níveis de resistência aos nematóides. A seguinte classificação foi utilizada: R = notas médias entre 1,00 e 2,00; MR = 2,01 a 3,00; MS = 3,01 a 4,00; S = 4,01 a 5,00; AS = 5,01 a 6,00.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 84 “kits” enviados aos produtores, foram usados os dados de somente 40 para realizar o teste de médias (Tabela 3.1.), devido à diversos fatores que impossibilitaram a avaliação, como erros na preparação do canteiro, falta de raízes nas plantas devolvidas, não indentificação do material devolvido, má condução das plantas no canteiro e não devolução dos materiais. Desses 40 kits, 33 apresentaram boa pressão de inóculo do(s) nematóide(s), indicado pela nota média de pelo menos 3,00 no padrão suscetível ‘Mundo Novo IAC 376-4’. Os dados desses 33 kits foram usados para obter a frequência de plantas R, MR, MS, S e AS (Tabela 3.2.).

Através do teste de Hartley, foi possível verificar que as variâncias foram homogêneas e pelo teste de Shapiro-Wilks foi verificada a normalidade dos resíduos.

As cultivares IPR 100 (“Catuaí SH₂ SH₃”) e IPR 106 (“Icatu”) foram estatisticamente iguais ao padrão resistente ‘Apoatã IAC 2258’ (*C. canephora*) (Tabela 3.1.), podendo ser indicadas com sucesso para várias propriedades infestadas por nematóides e testadas pelos “kits” no estado do Paraná.

Tabela 3.1 – Notas médias do índice de galhas e massas de ovos (IGO) das cultivares de café avaliadas pelo “kit de cultivares resistentes aos nematóides” em 40 propriedades do Paraná.

Cultivar	IGO ⁽¹⁾
IPR 106	2,35 a
IPR 100	2,48 a
Apoatã IAC 2258	2,66 a
Obatã IAC1669-20	3,95 b
Tupi IAC1669-33	4,17 b
Mundo Novo 376-4	4,19 b

⁽¹⁾ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1 % de significância.

Do mesmo modo que a cultivar Apoatã IAC 2258, as cultivares IPR 100 e IPR 106 já foram relatadas com sendo resistentes aos nematóides *M.*

incognita e *M. paranaensis*. ‘Apoatã IAC 2258’ já foi relatada como sendo resistente a *M. incognita* (FAZUOLI et al., 1987; SERA et al., 2006a), *M. paranaensis* (SERA et al., 2006a) e *M. exigua* (FAZUOLI et al., 1987; SALGADO et al., 2005). ‘IPR 100’ foi resistente ao *M. paranaensis* (MATA et al., 2000; SERA et al., 2007, 2009; ITO et al., 2008) e à raça 1 (KANAYAMA et al., 2009) e 2 (ITO et al., 2008) de *M. incognita*. ‘IPR 106’ apresentou resistência ao *M. paranaensis* (ITO et al., 2008) e à raça 2 de *M. incognita* (SERA et al., 2006b; ITO et al., 2008).

É bem provável que ‘IPR 100’ e ‘IPR 106’ sejam resistentes não só para os nematóides citados anteriormente, mas também para outros ainda não testados, pois essas cultivares apresentaram níveis de resistência R e MR em locais (Altônia II, Londrina II e Mandaguari) em que o padrão Apoatã IAC-2258, resistente a vários nematóides, foi MS e S. Isto indica que nessas áreas existem nematóides diferentes de *M. paranaensis* e raças 1 e 2 de *M. incognita*. ‘IPR 100’ e ‘IPR 106’ podem ser resistentes a esses nematóides, devendo ser avaliadas para a resistência a esses e outros, ainda não testados.

As cultivares Obatã IAC1669-20 e Tupi IAC 1669-33 de Cambira, foram estatisticamente iguais ao padrão suscetível ‘Mundo Novo 376-4’ (Tabela 3.1). Baseado somente na análise estatística, indicaria que as cultivares Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 não são recomendáveis para o plantio em áreas infestadas por nematóides. Essas cultivares foram MS, S e AS na maioria dos locais onde os kits foram instalados. Entretanto, ‘Tupi IAC 1669-33’ e ‘Obatã IAC 1669-20’ apresentaram resistência semelhante ao padrão resistente, respectivamente, em três (Astorga I, Astorga V e Paranavaí) e dois (Astorga III e Paranavaí) locais indicando que foram resistentes aos nematóides presentes naquelas propriedades (Tabela 2.2). Em outros trabalhos, progênies de ‘Tupi IAC 1669-33’ apresentaram índices de resistência variados ao nematóide *M. paranaensis* (SERA et al., 2009, 2007b) e apresentou moderada resistência a *M. exigua* (BARBOSA et al., 2007). ‘Obatã IAC 1669-20’ foi resistente a *M. incognita* (FAZUOLI et al., 1983). Para essas propriedades, o uso dessas cultivares podem ser melhores do que as opções de ‘IPR 100’, ‘IPR 106’ ou ‘Apoatã IAC-2258’, devido ao custo, disponibilidade de mudas, época de maturação dos frutos tardia, tamanho dos frutos e resistência a outras doenças. Assim, não seria desejável descartar ‘Tupi IAC 1669-33’ e ‘Obatã IAC 1669-20’ que são cultivares valiosas resistentes à ferrugem enquanto que as cultivares mais resistentes aos nematóides não são resistentes à ferrugem.

Tabela 3.2 – Notas médias do índice galhas e massas de ovos (IGO), das cultivares de café em 40 locais onde os “kits de cultivares resistentes aos nematóides” foram implantados.

Locais	Cultivares de café ⁽¹⁾					
	IPR 100	IPR 106	Tupi	Obatã	Apoatã	MN
Altônia I	1,10	2,95	5,58	4,95	1,70	5,05
Altônia II	2,18	2,31	3,96	4,42	3,33	4,38
Altônia III	3,55	2,00	3,17	3,31	4,10	4,89
Altônia IV	3,88	2,33	4,63	5,13	4,00	5,38
Altônia V	4,79	4,61	4,89	5,47	4,65	5,85
Apucarana ⁽²⁾	1,00	1,00	2,35	2,73	1,00	1,40
Astorga I	2,27	1,96	4,80	1,67	1,10	3,00
Astorga II	2,48	1,78	5,25	5,05	2,45	5,18
Astorga III	1,70	1,70	1,81	3,75	1,85	3,90
Astorga IV	1,13	1,04	3,08	2,72	1,29	3,42
Astorga V	1,91	1,87	5,38	2,56	1,91	3,81
Astorga VI	1,83	1,00	2,96	3,39	1,40	3,30
Astorga VII	2,37	2,73	5,13	4,36	2,83	3,55
Astorga VIII	2,38	2,63	5,20	4,21	2,85	3,53
Astorga IX	3,43	2,95	5,14	5,20	3,50	5,25
Astorga X	3,92	3,41	5,52	5,16	3,55	4,82
Astorga XI	3,13	3,28	4,74	5,25	4,04	4,70
Astorga XII	4,00	3,38	5,48	5,00	4,21	5,20
Cafeara	3,18	2,75	5,33	5,00	3,92	5,20
Cambé ⁽²⁾	1,00	1,40	1,37	1,00	1,00	2,56
Cambira	1,24	2,60	4,60	4,26	1,48	3,87
Cianorte	1,85	1,64	5,11	4,07	1,78	4,22
Colorado	4,38	4,59	5,13	5,00	5,10	5,30
Florestópolis	2,88	2,50	4,80	5,17	1,92	4,70
Itaguajé	3,87	3,00	5,20	4,93	4,08	5,00
Londrina I ⁽²⁾	1,30	1,62	2,69	2,21	1,57	2,56
Londrina II	2,50	2,46	5,27	5,31	4,29	5,14
Mandaguaçu ⁽²⁾	1,11	1,00	1,45	2,90	1,05	2,90
Mandaguari	1,90	2,21	4,65	5,25	3,05	5,17
Maringá	3,72	3,21	5,17	5,11	4,39	4,47
Miraselva I ⁽²⁾	1,00	1,00	2,11	1,00	1,11	2,80
Miraselva II ⁽²⁾	1,37	1,00	2,87	2,40	1,00	2,89
Munhoz de Mello I	1,65	1,68	3,80	4,22	1,50	3,63
Munhoz de Mello II	3,15	3,20	5,14	4,25	2,83	5,00
Munhoz de Mello III	3,15	3,21	4,89	4,60	3,11	5,11
Paranavaí	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00
Pitangueiras	3,50	3,42	5,23	5,22	4,53	4,94
Rolândia	3,57	3,00	4,82	4,83	3,88	4,90
Santa Fé ⁽²⁾	1,00	1,00	2,33	1,00	1,11	2,33
São Jorge do Patrocínio	4,00	3,63	4,67	5,00	3,06	5,19

Média Geral	2,48	2,35	4,17	3,95	2,66	4,19
% R ⁽³⁾	30,30	30,30	6,06	6,06	33,33	0,00
% MR ⁽³⁾	21,21	39,39	3,03	6,06	12,12	6,06
% MS ⁽³⁾	42,42	24,24	12,12	9,09	27,27	24,24
% S ⁽³⁾	6,06	6,06	30,30	45,45	24,24	33,33
% AS ⁽³⁾	0,00	0,00	48,48	33,33	3,03	36,36

⁽¹⁾ Obatã IAC 1669-20; Tupi IAC 1669-33; Apoatã IAC 2258 (padrão resistente); MN= Mundo Novo IAC 376-4 (padrão suscetível).

⁽²⁾ Locais em que o nível de inóculo dos nematóides (MN < 3,00) estava muito baixo, prejudicando a interpretação dos dados.

⁽³⁾ Classificação baseada nos 33 locais com nota média do MN \geq 3,00. Resistentes (R) = notas médias entre 1,00 e 2,00; Moderadamente resistentes (MR) = 2,01 a 3,00; Moderadamente suscetíveis (MS) = 3,01 a 4,00; Suscetíveis (S) = 4,01 a 5,00; Altamente suscetíveis (AS) = 5,01 a 6,00.

Analisando o comportamento específico das cultivares Apoatã IAC-2258, IPR 100 e IPR 106 é possível verificar que essas não apresentaram resistência aos nematóides em nível satisfatório em várias propriedades. As cultivares Apoatã IAC-2258, IPR 100 e IPR 106 foram classificadas como R e MR, respectivamente, em 45,45%, 51,51% e 69,69% dos locais em que o padrão suscetível apresentou nota média de IGO maior ou igual a 3,00 (Tabela 3.2). A diversidade populacional dos nematóides presentes nas propriedades, a mistura de espécies e raças e a alta pressão de inóculo podem ser algumas das explicações para esse comportamento indesejável de ocorrerem reações MS, S e AS em cultivares consideradas resistentes.

Em alguns locais (Astorga IX, Astorga X, Astorga XI, Astorga XII, Cafeara, Itaguajé, Munhoz de Mello II, Munhoz de Mello III, Pitangueiras, Rolândia e São Jorge do Patrocínio) 'Apoatã IAC-2258', 'IPR 100' e 'IPR 106' foram classificadas como MS, provavelmente, devido à alta pressão de inóculo, observada pela nota média do padrão suscetível próxima de 5,00. É provável que essa reação de MS pode ser MR ou R quando as plantas dessas cultivares se tornarem adultas. Em 42,42% dos locais 'IPR 100' apresentou reação MS, podendo ser MR ou R em algumas situações com menor nível de inóculo ou em plantas adultas (Tabela 3.2.).

Assim, verifica-se que as cultivares IPR 100 e IPR 106 foram tão resistentes quanto a cultivar padrão Apoatã IAC-2258, mas nenhuma garante a segurança na recomendação de forma generalizada, pois não foram resistentes em todos os locais. 'Tupi IAC 1669-33' e 'Obatã IAC 1669-20' foram tão suscetíveis

quanto à cultivar suscetível padrão, sendo recomendadas para poucos locais. A cultivar IPR 106 foi a que apresentou resistência em mais locais e, provavelmente, é resistente a mais espécies e raças de nematóides do Paraná do que 'Apoatã IAC-2258' e 'IPR 100'. Apesar da 'IPR 106' ser relatada como sendo resistente apenas para *M. paranaensis* (ITO et al., 2008) e para a raça 2 de *M. incognita* (SERA et al., 2006b; ITO et al., 2008) é bem provável que seja resistente para outros nematóides.

Como a população de nematóides é muito diversa e as cultivares de café não são resistentes a todos os nematóides, erros na indicação poderão ocorrer. O "kit de cultivares resistentes aos nematóides" pode ser considerada uma alternativa rápida, segura e economicamente viável de indicar cultivares com resistência aos nematóides específicos de cada propriedade, além de evitar o descarte de algumas cultivares valiosas com resistência para poucos nematóides. Espécies e raças de nematóides que infectam os cafeeiros considerados resistentes podem estar com uma população baixa no início, porém podem aumentar a população e provocar uma reação MS nesses cafeeiros. Portanto, para as propriedades de café deveriam ser indicadas, de preferência, somente as cultivares do kit que apresentarem reações R e MR, e das MR dar preferência para aquelas com notas mais próximas de 2,00.

Os casos novos de nematóides que provocaram reação suscetível em cultivares resistentes, devem ser pesquisados quanto a ocorrência de outras espécies e raças de *Meloidogyne*. Por outro lado, pesquisas deveriam ser feitas nas cultivares que apresentaram resistência onde não se esperava, pois podem ser resistentes aos nematóides presentes no local.

4.5 CONCLUSÃO

As cultivares IPR 100, IPR 106 e Apoatã IAC-2258 apresentaram resistência aos nematóides em vários locais onde os kits foram implantados no Paraná, porém não foram resistentes em todos os locais. Portanto, uma recomendação generalizada dessas três cultivares pode provocar prejuízos para as propriedades cafeeiras. O uso do "kit de cultivares resistentes aos nematóides" pode evitar esses erros na indicação de cultivares. A cultivar IPR 106 foi a que apresentou resistência em mais locais do estado do Paraná e poderia ser recomendada com

segurança, em cerca de 70% das propriedades. Como o valor das mudas enxertadas é bem maior que as de pés-francos, as cultivares IPR 100 e IPR 106 se tornam uma excelente opção para áreas onde apresentaram resistência.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Erros na indicação de cultivares de café quanto à resistência aos nematóides podem ocorrer devido à grande diversidade populacional dos nematóides numa região e na propriedade. Além disso, não existem cultivares resistentes à todos os nematóides. A indicação correta pode ser viabilizada pelo uso do “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides”, que representa uma alternativa segura para recomendar cultivares resistentes ao nível de propriedade.

Como não se conhece a reação de resistência das cultivares para todos os nematóides, o “kit” pode ser uma ferramenta útil para identificar novas fontes de resistência, inclusive para nematóides ainda desconhecidos como parasitos de cafeeiros.

As cultivares pés-francos IPR 100 e IPR 106 podem ser indicadas para a maioria das propriedades infestadas por nematóides localizadas nas regiões norte, noroeste e oeste do estado do Paraná, desde que testado previamente a adequabilidade das cultivares usando-se o kit.

Outras medidas de controle dentro do manejo integrado de nematóides na propriedade devem ser adotadas como o controle de erosão, redução populacional antes do plantio de cultivares resistentes, não plantio intercalar de plantas altamente suscetíveis e manutenção do teor de matéria orgânica para multiplicação de inimigos naturais.

As cultivares estarão resistentes às raças e espécies de nematóides presentes no momento do teste com o kit, devendo impedir a entrada de novas raças e espécies de nematóides por qualquer muda e solo, os quais anularão a resistência das cultivares testadas.

Esta metodologia do “kit de cultivares de café resistentes aos nematóides” poderá ser adaptada e usada em outros estados brasileiros e até em outros países, necessitando antes a inclusão de cultivares com resistência aos nematóides mais adaptadas à região de cultivo desejada.

Apesar desta metodologia do kit ter sido desenvolvida para beneficiar a cafeicultura, é possível empregá-la também em outras culturas, especialmente de plantas perenes, sendo necessárias ajustes usando cultivares resistentes adaptadas às regiões de cultivo alvos.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, S. K.; ALFENAS, A. C. Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematóides. In: ALFENAS, A. C. (Ed.) **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. p. 525-543.
- ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; BERTRAND, B. Intermediate resistance to *Meloidogyne exigua* root-Knot nematode in *Coffea arabica*. **Crop Protection**, v.26, n.7, p. 903-910, 2006.
- ANTHONY, F. et al. La resistencia genética de *Coffea spp.* a *Meloidogyne paranaensis*: identificación y utilización para la caficultura latinoamericana. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica n. 67, p. 5-12, 2003.
- ARAUJO, M. T. et al. Effects of the temperature and duration of the initial incubation period and resistance to *Meloidogyne incognita* in tomato. **Journal of Nematology**. v. 14, n. 3, p. 411-413, 1982.
- ARRUDA, H. V. Redução no crescimento de cafeeiros com um ano de campo, devida ao parasitismo de nematóides. **Bragantia**. v.19, p.171-180. 1960.
- BARBOSA, D. H. S. G. et al. Comportamento de genótipos de *Coffea arabica* em áreas isenta e infestada com *Meloidogyne exigua* na região Noroeste Fluminense. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 5. Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, D.F. : Embrapa - Café, 4p. 2007.
- BARBOSA, D. H. S. G. et al. 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, 2004a.
- BARBOSA, D. H. S. G. et al. Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 49-54, 2004b.
- BRASS, F. E. B. et al. Aspectos biológicos do *Meloidogyne spp.* relevantes à cultura de café. **Revista Científica Eletrônica De Agronomia**. Ano VII. n. 14. Editora FAEF. Garça, SP, 2008.
- CADIOLI, M. C. et al. Efeito de isolados de *Paecilomyces lilacinus* no desenvolvimento de cafezais e na população de *Meloidogyne paranaensis*. **Ciência e Agrotecnologia**, Editora UFLA, Lavras-MG, v. 33, n. 3, p. 713-720, 2009.
- CAMPOS, V. P. Perspectivas do controle biológico de fitonematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, p.26-30, 1992.
- 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. et al. Manejo de nematóides em hortaliças. In: SILVA, L. H. C. P., CAMPOS, J. R., NOJOSA, G. B. A. (Ed.) **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras-MG: Editora UFLA, 2001. p. 125-158.

CAMPOS, V. P. **Manejo de doenças causadas por fitonematóides**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1999.

CAMPOS, V.P. Café (*Coffea arabica* L.) Doenças causadas por nematóides. In: VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 141-180.

CARNEIRO, R. G. Reação de café „Icatu“ a *Meloidogyne incognita* raça 2 em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 1-2, p. 53-59, 1995.

CARNEIRO, R. 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 EN LA RESISTENCIA A LOS NEMÁTODOS, 2000, Turrialba. **Publicación Especial**. CATIE / IRD, Turrialba, 2000. p. 43-48.

CARNEIRO, R. G.; ALTÉIA, A. A. K.; BRITTO, J. A. Levantamento da ocorrência e frequência de espécie e raças fisiológicas de *Meloidogyne* no Noroeste do Paraná 1: núcleo regional da Emater de Paranavaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: ESAL, 1992.

CARNEIRO, R. M. D. G.; JORGE, C. L. Seletividade fisiológica de populações de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne paranaensis* quando multiplicadas durante sucessivas gerações em tomateiros e cafeeiros. In: Vitória, ES. **Anais...** Brasília – DF, Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café / EMBRAPA – Café, 2001. p. 1205-1209.

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

CONAB. **Levantamento de safras**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

COSTA, W. M.; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L. C. Produção do café Mundo Novo em porta-enxertos de *Coffea canephora* em área infestada com *Meloidogyne incognita* Raça 1. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, n. 1, p. 34-50, 1991.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (*Rubiaceae*). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.152, p.465-512, 2006.

DUNCAN, L.W. Current options for nematode management. **Annual Review of Phytopathol.** v.29. p.469-490. 1991.

FANCELLI, M. Resistência e alternativas de controle de pragas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 5., WORKSHOP DO GENOMA MUSA, 1. Paracatu. **Anais...** Cruz das Almas: Gráfica e Editora Nova Civilização,. 2003. p.127-133.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.) **Cultura do cafeeiro: fatores que alteram a produtividade.** Piracicaba, Associação para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87-113.

FAZUOLI, L. C. Resistance of coffee to the root-knot nematode species *Meloidogyne exigua* and *M. incognita*. In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA PROTECTION DES CULTURES TROPICALES, Lyon. **Resumos...** Lyons, p.57. 1981.

FAZUOLI, L. C. et al. Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematóides: utilização de porta-enxertos resistentes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987. **Anais...** São Paulo, AEASP, 1987. p. 171-180.

FAZUOLI, L. C. et al. Café Icatu como fonte de resistência e/ou tolerância ao nematóide *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Resumos.** Rio de Janeiro: MIC/IBC,1984. p. 247-248.

FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. da.; BORTOLETTO, N. Resistência das progênies de café LC1669-31 e LC1669-33 aos nematóides *Meloidogyne exigua* e *M. incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983. **Resumos ...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983. p. 81-83.

FERRARI, R. B. **Crescimento inicial de cafeeiros enxertados, em condições de campo.** 2003. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

FERRAZ, S.; DIAS, C. R.; FREITAS, L. G. de. Controle de nematóides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa: UFV, 2001. p. 1-53.

FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; OLIVEIRA, R. D. L. Métodos em nematologia vegetal. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em Fitopatologia.** 1. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2007. p. 253-291.

GONÇALVES, W. Melhoramento do cafeeiro visando à resistência a nematóides. In: Simpósio de atualização em Genética e melhoramento de plantas (3.:1999:Lavras, MG). **Anais...** Lavras: UFLA, Núcleo de estudos em cafeicultura,1999. p. 82-91.

GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência do cafeeiro a nematóides. I. Testes de progênies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, v. 11, p. 123-142, 1987.

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

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. Nematóides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. Cap. 7, p. 199-268.

GONÇALVES, W. et al. Manejo de nematóides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO-CAFÉ, 10, Mococa, SP, 2004. **Anais...** Mococa: Instituto Biológico, 2004. p. 48-66.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B.; LIMA, M. M. A. de. Estratégias visando a implementação do manejo integrado dos nematóides parasitos do cafeeiro. **Informe Agropecuário – Cafeicultura: Tecnologia para Produção**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 19, n. 19, p. 36-47, 1998.

GONÇALVES, W. et al. 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**, v. 12, p. 47-54, 1988.

ITO, D. S. et al. Progênes de café com resistência aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e raça 2 de *Meloidogyne incognita*. **Coffee Science** Lavras, v. 3, n. 2, p. 156-163, 2008.

KANAYAMA, F. S. et al. Progênes de *Coffea arabica* cv. IPR 100 com resistência ao nematóide *Meloidogyne incognita* raça 1. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 18, 2009.

KATAN, J. et al. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, v. 66, p. 683-688, 1976.

KERRY, B. R. An assessment of progress toward microbial control of plant parasitic nematode. **Journal of Nematology**, Suppl. v. 22, n. 45, p. 621-631, 1990.

KRUG, C. A. **Estudos citológicos em Coffea II**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1936. 15 p. (Boletim Técnico, n. 22)

KRZYZANOWSKI, A. A. **Café: Medidas para controle de nematóides**. Circular 114, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, Paraná, 2000.

KRZYZANOWSKI, A. A. et al. Levantamento de espécies e raças de *Meloidogyne* em cafeeiros no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, Vitória, ES. **Anais...** Brasília – DF, Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café / EMBRAPA – Café. p. 81, 2001.

LIMA, R. D. et al. Reprodutividade e parasitismo de *Meloidogyne exigua* em ervas daninhas que ocorrem em cafezais. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v.9, p.63-72, 1985.

LIMA, M. M. A. de; 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 CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados ...** Rio de Janeiro: IBC, 1987. p. 87-88.

LÓPEZ-PÉREZ, J. A. et al. Differential response of Mi gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). **Crop Protection**, v. 25, n. 4, p. 382-388, 2006.

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

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

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

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L. Avaliação da resistência de cafeeiros às raças de *Meloidogyne incognita*. **Bragantia**, v. 46, 1987.

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.

MARCUZZO, K. V. et al. Uso de nematicidas no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. exigua* em cafeeiro, no município de Indianópolis, MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG). **Resumos expandidos**. Brasília, D.F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2000. v. 2, p. 260-263.

MATA, J. S. da et al. Resistência de genótipos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) de São Jorge do Patrocínio ao nematóide *Meloidogyne paranaensis* (EMN2001.07). **SBPN Scientific Journal**, São Paulo, v. 6, p. 34-36, 2002.

MATA, J. S. da et al. 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.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Fenóis, peroxidase e polifenoloxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. **Bragantia**. v. 48, n. 2, p. 143-156, 1989.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte II. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologias de Plantas**. Passo Fundo, RS, v. 4, p. 209-244, 1996.

NEVES, W. S. et al. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, SP, v. 31, n. 3, p. 195-201, 2007.

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

PIMENTEL, A. M. Utilização da técnica da eletroforese em genética florestal. **Série Técnica – IPEF**. Piracicaba, SP. v. 5, n. 15, p. 1-27, 1988.

PONTE, J. J. Meloidoginose – Importância e controle no Nordeste. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. n. 4, 1980.

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

RUPPERT, E. E., FOX, R. S., BARNES, R. D., **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145p.

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

SALGADO, S. M. L. et al. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros IAPAR 59 e Catuaí. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 205-207, 2002.

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

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D.W. (Ed.) **Vistas on Nematology**. Maryland: Society of Nematologists, 1987. p. 7-14.

SANTOS, A. **Doenças do café**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB. Disponível em:

<<http://www.uesb.br/utilitarios/modelos/monta.asp?site=fitopato&tex=ControleBiologico.html>> Acesso em: 26 mar. 2010.

SANTOS, J. M.. Os nematóides de galha que infectam o cafeeiro no Brasil. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4. Encontro sobre doenças e pragas do cafeeiro. **Anais ...** Ribeirão Preto: Instituto Biológico, 2001. p.10-20.

- SANTOS, J. M. dos. **Estudo das principais espécies de *Meloidogyne goeldi* que infectam o cafeeiro no Brasil com descrição de *Meloidogyne goeldii* sp. n.** 1997. 153 f. Tese (Doutorado). Botucatu: UNESP/FCA, 1997.
- SANTOS, C. D. G.; CARVALHO, S. L. F.; SILVA, M. C. L. Solarização do solo em sacos plásticos para o controle dos nematóides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Ciência Agronômica**, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. n. 3, v. 37, p. 350-356, 2006.
- SERA, G. H. et al. Reaction of coffee cultivars Tupi IAC 1669-33 and IPR 100 to nematode *Meloidogyne paranaensis*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, p. 293-298, 2009.
- SERA, G. H. et al. Progênies de *Coffea arabica* cv IPR-100 resistentes ao nematóide *Meloidogyne paranaensis*. **Bragantia**, v. 66, p. 43-49, 2007a.
- SERA, G. H. et al. Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, n. 2, v. 27, p. 171-184, 2006a.
- SERA, G. H. et al. **Progênies de café (*Coffea arabica* L.) da cultivar IPR 106 resistentes ao nematóide *Meloidogyne incognita* raça 2.** São Paulo: SBPN, 2006b. CD-ROM.
- SERA, T. et al. Identificação de porta-enxertos de café Robusta resistentes aos nematóides *M. paranaensis* e *M. incognita* raças 2 e 1. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, Londrina, PR, 2005. **Anais**, 2005. CD-ROM.
- SERA, T. et al. Identificação de cafeeiros resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 2 e 1 em populações de Icatu (*Coffea arabica*). **SBPN Scientific Journal**, v. 8, p. 20, 2004.
- SERA, T. et al. Novas cultivares para o modelo IAPAR de café adensado para o Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRA, 2002, Caxambu. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. n. 28, p. 432-434.
- SOUZA, S. E. et al. Levantamento do nematóide das galhas *Meloidogyne sp.* em cafeeiros irrigados no oeste da Bahia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro-BA. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 205.
- SOUZA, S. E. et al. 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 expandidos**. Brasília, D.F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2v. (1490p.), p. 167-16170. 2000.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects.** Wallingford, UK: CAB International, Wallingford, 282p. 1991.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Biology, identification and control of root-knot nematodes. **Internacional Meloidogyne Project.** North Carolina: State University, 1978. 111p.

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

TOMAZINI, M. D. et al. Resistência de genótipos de cafeeiros a *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 193-198, 2005.

VIGLIERCHIO, D. R. **The World of Nematodes: a fascinating component of the animal kingdom.** University of California: Davis, CA, 1991. 266p.

WINGARD, S.A. The nature of resistance to disease. In: **The Year Book of Agriculture.** Washington: Department of Agriculture, 1953. p.165-173.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Fotos dos “kits de cultivares de café resistentes aos nematóides” recém instalados em algumas propriedades



APÊNDICE B

À esquerda, lavoura decrépita altamente infestada por nematóides. À direita, lavoura sadia.



APÊNDICE C

“Kit” instalado adequadamente, com cobertura de sombrite 50%.



APÊNDICE D

“Kits” embalados e identificados por cultivar para serem enviados para agricultores.



APÊNDICE E

Raízes de cafeeiros desenvolvidos por três meses nas propriedades após coloração com Floxina B.

