

INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
TROPICAL E SUBTROPICAL

INTERAÇÃO ENTRE A COCHONILHA-DA-RAIZ, *Dysmicoccus texensis*
(TINSLEY), E CLONES DE *Coffea canephora* PIERRE RESISTENTES A
NEMATÓIDES DO GÊNERO *Meloidogyne*

BÁRBHARA JOANA DOS REIS FATOBENE

Orientador: Oliveira Guerreiro Filho

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Genética, Melhoramento Genético Vegetal e Biotecnologia.

Campinas, SP
Abril, 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agrônomo

F254i Fatobene, Bárbara Joana dos Reis
Interação entre a cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley), e clones de *Coffea canephora* Pierre resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne* / Bárbara Joana dos Reis Fatobene. Campinas, 2010.
70 fls.

Orientador: Oliveiro Guerreiro Filho
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)
– Instituto Agrônomo

1. Cafeeiro
2. *Dysmicoccus texensis*,
3. *Meloidogyne* spp
4. Cafeeiro – resistência de plantas à insetos. I. Guerreiro Filho, Oliveiro II.

Título

CDD. 633.73



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA
DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO AGRONÔMICO
Pós-Graduação
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28
13001-970 Campinas, SP - Brasil
(019) 3231-5422 ramal 194
pgiac@iac.sp.gov.br



Curso de Pós-Graduação
Agricultura Tropical e Subtropical
Certificado de Aprovação

Título: **Interação entre a cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) e clones de *Coffea canephora* Pierre resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne***

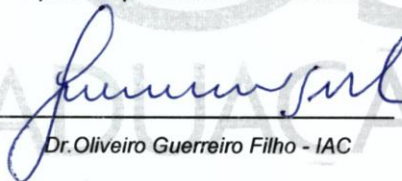
Aluna: **Bárbhara Joana dos Reis Fatobene**

Área de Concentração: **Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia**

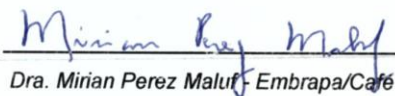
Processo SAA nº: **12176/08**

Orientador: **Dr. Oliveira Guerreiro Filho**

Aprovado pela Banca Examinadora:


Dr. Oliveira Guerreiro Filho - IAC


Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecilia - EPAMIG


Dra. Mirian Perez Maluf - Embrapa/Café

Campinas, 30 de abril de 2010

Visto:


Adriana Parada Dias da Silveira
Coordenadora
Pós-Graduação Instituto Agrônomo

DEDICO

À Masako Toma Braghini, querida Mako, minha primeira professora no Centro de Café ‘Alcides Carvalho’.

OFEREÇO

Aos meus pais pelo amor, carinho e educação, pontes que me trouxeram até aqui, e aos meus irmãos Pedro e Lila.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Oliveiro Guerreiro Filho, pelos ensinamentos, conselhos, amizade, paciência e incentivo desde a primeira conversa.

Ao Instituto Agrônômico, pela oportunidade de realizar o excelente curso de Pós-Graduação.

Ao Centro de Café 'Alcides Carvalho', todos os seus pesquisadores e funcionários que contribuíram de alguma forma no meu trabalho.

Ao Dr. Wallace Gonçalves, pelo auxílio na formação das mudas, realização das coletas e orientação no experimento de resistência a nematóides.

Aos professores do curso de mestrado, em especial à Dra. Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani.

Ao pesquisador Dr. César Pagoto Stein pelo auxílio no início da instalação das criações.

À Dra. Lenira V. C. Santa-Cecília e Dr. Ernesto Prado, pesquisadores da EPAMIG-URESM-EcoCentro, Lavras, pelas identificações e auxílio teórico nos experimentos.

À Dra. Maria Cristina Granara de Willink, da Facultad de Ciencias Naturales na Argentina, pelas identificações dos insetos.

À Dra. Viviane Sandra Alves, pesquisadora que já trabalhou com a cochonilha-da-raiz, pela ajuda esclarecendo minhas dúvidas.

Aos queridos professores: Mary, Camilo, Erick, Popó, Marô, Arnaldo e Vinícius, que tanto contribuíram para minha formação.

Ao Centro de Horticultura que cedeu a estufa onde foi realizado o trabalho.

Ao meu namorado Paulo pelo carinho, amizade, companhia e ajuda indispensáveis, e por passar a fazer parte da minha vida.

Aos meus pais, pelo incentivo, paciência e dedicação.

À minha irmã Marília, pela amizade, companhia, e conselhos.

Aos amigos Simone, Gustavo, Guilherme, e Laís sempre presentes nos últimos dois anos, pelas conversas, desabafos e incentivo.

Ao amigo e colega de trabalho Daniel, pela amizade e ajuda em meus experimentos.

Aos amigos do alojamento César, Carlos Marcos, Cajuru, Fabrício pela companhia.

Ao amigo Alex, pela ajuda na fase final dos experimentos.

À FAPESP, pela concessão de bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 O Café.....	3
2.2 Cochonilha-da-raiz, <i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley).....	4
2.2.1 Biologia do inseto.....	6
2.2.2 Sintomas e danos	6
2.2.3 Controle químico	8
2.2.4 Controle biológico	10
2.2.5 Controle genético.....	13
2.3 Nematóides	13
2.3.1 Biologia	14
2.3.2 Sintomas e danos	15
2.3.3 Controle	16
2.4 Resistência de Plantas a Insetos	16
2.5 Resistência de <i>Coffea</i> às Cochonilhas	18
2.6 Resistência de <i>Coffea</i> a Nematóides.....	21
2.7 Melhoramento para Resistência a Pragas	22
2.7.1 Técnicas de criação dos insetos	23
2.7.2 Técnicas de infestação	23
2.7.3 Técnicas de avaliação	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Interação entre Cafeeiros e Cochonilha-da-raiz, <i>Dysmicoccus texensis</i>	24
3.1.1 Local das experimentações.....	24
3.1.2 Produção e enraizamento de mudas clonais	25
3.1.3 Coleta e criação dos insetos.....	26
3.1.4 Infestação das mudas	28
3.1.5 Descrição dos experimentos	29
3.1.6 Avaliações	33
3.1.6.1 Biometria da parte aérea.....	33
3.1.6.2 Acúmulo de massa seca de parte aérea.....	33
3.1.6.3 Número de insetos por grama de massa seca de raiz (NIg^{-1} de raiz).....	34
3.1.6.4 Enraizamento das estacas	34
3.1.6.5 Número de insetos	35
3.1.6.6 Classes de infestação	36

3.1.7 Análises estatísticas	36
3.2 Interação entre Cafeeiros e Nematóides, <i>Meloidogyne paranaensis</i> Goeldi.....	37
3.2.1 Local das experimentações	37
3.2.2 Produção e enraizamento de mudas clonais	37
3.2.3 Coleta e criação dos nematóides.....	37
3.2.4 Inoculação das mudas.....	38
3.2.5 Descrição dos experimentos	38
3.2.6 Avaliações	39
3.2.6.1 Número de ovos e juvenis por grama de raiz (NOg-1)	39
3.2.6.2 Biometria da parte aérea	40
3.2.6.3 Acúmulo de massa seca de parte aérea.....	40
3.2.6.4 Índice de suscetibilidade hospedeira (ISH)	40
3.2.7 Análises estatísticas	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Coleta e Identificação das Populações de Cochonilhas-farinentas em Diferentes Regiões Cafeeiras	41
4.2 Criação Massal dos Insetos	42
4.3 Interação entre Cafeeiros e Cochonilha-da-raiz, <i>Dysmicoccus texensis</i>	43
4.3.1 Experimento 1	43
4.3.2 Experimento 2	48
4.3.3 Experimento 3	51
4.4 Interação entre Cafeeiros e Nematóides, <i>Meloidogyne paranaensis</i> Goeldi.....	56
4.4.1 Experimento 4	57
6 CONCLUSÕES.....	61
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

Interação entre a cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley), e clones de *Coffea canephora* Pierre resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne*

RESUMO

A cultura cafeeira ocupa papel de destaque no cenário econômico brasileiro, sendo responsável por cerca de dois por cento do produto interno bruto nacional. A grande incidência de pragas e doenças nas principais regiões produtoras diminuiu o rendimento e a competitividade da cafeicultura nacional em função do aumento do custo de produção. No Estado de São Paulo, a cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis*, e os nematóides do gênero *Meloidogyne* constituem-se em problemas nas regiões da Alta Mogiana e Alta Paulista. Cafeeiros resistentes vêm sendo selecionados como medida sustentável de controle. Neste trabalho é investigada a variabilidade existente no gênero *Coffea* e a possibilidade de reunir resistência múltipla a esses dois agentes bióticos em cafeeiros da espécie *C. canephora* para uso como pé-franco ou porta-enxerto em lavouras de *C. arabica*. A interação entre treze clones, selecionados pela resistência a diferentes espécies do gênero *Meloidogyne*, e *D. texensis* foi avaliada em três experimentos. Os resultados indicam que plantas do clone IAC 5 apresentaram bom vigor vegetativo e desenvolvimento radicular abundante, não permitindo satisfatoriamente a multiplicação de *D. texensis* nem de nematóides. O clone IAC 15 foi considerado resistente às populações Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis* e permitiu reduzido crescimento de população de *D. texensis*, em relação aos outros clones do experimento 1, interferindo no desenvolvimento e reprodução dos insetos. A reprodução de cochonilhas em raízes dos clones EH 5, EH 7, EH 101, EH 199 e EH 236 de *C. canephora*, resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne* foi bastante reduzida sugerindo a possibilidade de reunir nos mesmos resistência múltipla aos dois agentes bióticos.

Palavras-chave: Cafeeiro, *Dysmicoccus texensis*, *Meloidogyne* spp, resistência de plantas à insetos.

Interaction between root-mealybugs, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley), and *Coffea canephora* Pierre resistant to nematodes of *Meloidogyne* genus clones

ABSTRACT

Coffee cultivation plays an important role in Brazilian economy, being responsible for around 2 percent of total national income. However, the high incidence of plagues and diseases at major productive regions reduces the overall yield and competitiveness of Brazilian coffee cultivated areas due to an increase of production costs. The root-mealybugs *Dysmicoccus texensis* and the root-knot nematodes *Meloidogyne* spp represent important threats to coffee plantations at the São Paulo State producing regions Alta Mogiana and Alta Paulista. As an alternative for a durable and sustained control, resistant coffee plants are under selection. In this work, the variability available in *Coffea* regarding resistance to those biotic agents was evaluated, aiming to develop a *Coffea canephora* rootstock cultivar bearing multiple resistance. The interaction among thirteen selected clones that express resistance to different *Meloidogyne* species, with *D. texensis* were evaluated in three different experiments. Results indicate that plants from clone IAC 5 exhibited a good vegetative vigor and abundant radicular system, and both *D. texensis* and nematodes were not able to efficiently colonize the roots. Also, the clone IAC 15 was considered resistant to the Mp1 and Mp2 *M. paranaensis* populations, and exhibited a reduced growth of a *D. texensis* population. Mealybugs reproduction in roots of *C. canephora* clones EH 5, EH 7, EH 101, EH 199 and EH 236, resistant to *Meloidogyne* nematodes, was significantly reduced, suggesting the possibility of meeting resistance to biotic stress.

Key words: coffee plants, *Dysmicoccus texensis*, *Meloidogyne* spp, plant resistance to insects.

1 INTRODUÇÃO

A cultura cafeeira ocupa papel de destaque no cenário econômico brasileiro, sendo responsável pelo rendimento de US\$ 3,9 bilhões em 2009. O Brasil é o maior produtor mundial de café, maior exportador mundial de café verde, responsável por 32% do mercado internacional de café e também o segundo mercado consumidor (MAPA, 2010).

De acordo com a primeira estimativa de produção total de café arábica e conilon, para a safra 2010, serão colhidas entre 45,9 e 48,6 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado em área estimada em 2.315.521 hectares, sendo 222,6 mil hectares em formação e 2.101.100 mil hectares em produção (CONAB, 2010). De acordo com as mesmas estimativas o Estado São Paulo deve produzir entre 3,8 e 4,1 milhões de sacas, ou seja, cerca de 8,5% do total produzido pelo país ou 11% do café arábica nacional.

A cafeicultura paulista se concentra em grande parte nas regiões da Mogiana e Alta Mogiana que se estende de Amparo a Pedregulho e se caracterizam pela altitude elevada, pelo clima mais ameno e pela melhor qualidade do café produzido.

Parte menor, mas também importante da área cultivada no Estado se localiza na região da Alta Paulista, com maior concentração em Garça e Marília, estendendo-se até Dracena e Tupi Paulista. A região se caracteriza pela baixa altitude, entre 400 e 700 metros, e solos de arenitos degradados. A qualidade da bebida produzida nessa região é de qualidade inferior.

O custo de produção em cada uma dessas regiões é bastante variável, sendo que parte considerável do custo de produção na região da Alta Paulista se deve à utilização de defensivos para o controle químico de doenças, nematóides e pragas como bicho-mineiro e a cochonilha-da-raiz, que têm alta incidência na região.

Na região Sudoeste é cultivada parcela ainda menor do parque cafeeiro paulista. O custo de produção também é relativamente elevado em função das práticas de pós-colheita necessárias à produção de cafés de melhor qualidade, enquanto que a cafeicultura das regiões da Mogiana e Alta Mogiana são consideradas mais sustentáveis, mas têm tido problemas cada vez mais importantes relacionados à incidência de nematóides, especialmente *Meloidogyne exigua*, cigarras e cochonilhas-da-raiz.

Pesquisas visando à identificação de cafeeiros da espécie *Coffea canephora* Pierre resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne* para uso como porta-enxerto de cultivares de café arábica ou como pé-franco na produção de café robusta em São Paulo, assim como de

novas cultivares resistentes de *Coffea arabica* L. vêm sendo conduzidas há décadas pelo IAC. Germoplasma bastante promissor encontra-se em campos de seleção podendo em breve, vir a ser disponibilizado para o setor produtivo. No entanto persistem dúvidas acerca da existência de variabilidade relacionada à patogenicidade de nematóides da espécie *M. paranaensis*.

Nos últimos anos as cochonilhas-farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) têm ganho importância como pragas do cafeeiro. Os insetos têm se manifestado em surtos esporádicos e imprevisíveis nas regiões produtoras de café, provocando danos tanto nas raízes, devido à formação de criptas, quanto na parte aérea, atacando as rosetas desde a floração até a colheita. (SANTA-CECÍLIA et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

A cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) (Hemiptera: Pseudococcidae), antes descrita como *D. cryptus* (Hempel, 1918) vem acarretando danos consideráveis à cafeicultura brasileira. No Estado de São Paulo esta praga é mais prejudicial em solos de natureza arenosa, podendo causar a morte das plantas com relativa facilidade, principalmente em anos de baixas precipitações pluviométricas (NAKANO, 1972). A ocorrência da praga já foi descrita em muitos municípios do Estado de São Paulo, como Franca, Batatais e Altinópolis (Alta Mogiana), Garça, Marília, Vera Cruz e Gália (Alta Paulista) e de Minas Gerais, como Caratinga, Teófilo Otoni, Manhuaçu, São Sebastião do Paraíso e São Tomás de Aquino (SOUZA et al., 2007).

Os principais prejuízos são observados em cafeeiros novos com idade inferior a cinco anos ou em cafeeiros recém-plantados em áreas de lavouras antigas, uma vez que esses solos geralmente encontram-se bastante infestados pela praga (SANTA-CECÍLIA et al., 2000; FORNAZIER et al., 2000; SOUZA et al., 2007).

A cochonilha-da-raiz pode causar danos à produção de até 0,84 kg de café beneficiado por cova (NAKANO, 1972), sendo a utilização de produtos químicos a única forma de controle da praga. Outros métodos de controle mais econômicos e seguros, como a utilização de genótipos resistentes e o controle biológico, são atualmente escassos. No entanto, a variabilidade genética reunida no Banco de Germoplasma de *Coffea* do IAC, pode contribuir de maneira significativa para a identificação de indivíduos resistentes com potencial de uso imediato no controle genético da praga.

A ocorrência de nematóides de galhas, problema mais antigo da cafeicultura, tem sido reportada em lavouras cafeeiras dos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais (LORDELLO, 1972), sendo que as áreas mais afetadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* são aquelas de solos arenosos e degradados física, química e biologicamente.

A redução da produção mundial de café devido à ação de fitonematóides é estimada em 15% (SASSER, 1979), e em 20 % no Brasil, sendo as espécies de *Meloidogyne* responsáveis por 15% desse total (LORDELLO, 1976).

A ampla disseminação de *M. incognita* e *M. paranaensis* ocasiona os maiores danos. Esses nematóides constituem fator limitante tanto na manutenção de solos contaminados, quanto na implantação de novos cafezais em áreas endêmicas, graças à notável capacidade de destruição do sistema radicular, à alta persistência no solo e à intolerância das cultivares atuais (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2007).

O objetivo deste trabalho consistiu na identificação de diferenças nos padrões de infestação por cochonilhas-da-raiz, *D. texensis*, em clones de *C. canephora* selecionados, ou em seleção, para resistência a nematóides do gênero *Meloidogyne*, assim como a verificação do nível de resistência de clones mais promissores, IAC 5 e IAC 15, à *M. paranaensis*, a espécie de nematóide mais patogênica à cafeeiros.

A hipótese formulada se relaciona à possibilidade de reunir em cultivares porta-enxertos ou pé-franco de *C. canephora* resistência múltipla a nematóides do gênero *Meloidogyne* e à cochonilha-da-raiz, um dos fatores limitantes à produção do cafeeiro no Brasil, principalmente em regiões como a Alta Paulista.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Café

O gênero *Coffea* pertence à família Rubiaceae, e reúne 103 espécies (DAVIS et al., 2006), todas procedentes da África e Sul da Ásia (CHEVALIER, 1947). Somente duas espécies são exploradas comercialmente a nível mundial, *C. arabica* (café arábica) e *C. canephora* (café robusta ou conilon).

A espécie *C. arabica* tem origem no sudoeste da Etiópia, em uma região restrita localizada no sudeste do Sudão e Norte do Quênia (CHEVALIER, 1947; CHARRIER, 1978; BRIDSON, 1982). Possui qualidade de bebida superior às demais espécies, e é suscetível a grande número de pragas e doenças.

C. canephora tem distribuição geográfica mais ampla, ocorrendo nas regiões ocidental e central tropical e subtropical do continente africano, que compreende a República da Guiné, Libéria, Sudão e Uganda (CHEVALIER, 1947; CHARRIER & BERTHAUD, 1985). Há

grande variabilidade dentro da espécie em relação ao tamanho e forma da planta, folhas, frutos e sementes. O sistema radicular dos representantes de *C. canephora* é bem desenvolvido e a espécie possui maior nível de resistência às principais doenças e pragas. O teor de cafeína e de sólidos solúveis em suas sementes também é superior aos encontrados no café arábica (FAZUOLI, 2004).

As outras espécies de *Coffea* não são cultivadas economicamente, mas ocorrem de forma silvestre e possuem variabilidade elevada para muitas características, principalmente resistência à doenças, pragas, nematóides, assim como características sensoriais de bebida. A maior parte das espécies silvestres de *Coffea* possui reduzida produção de flores, característica que resulta na baixa produção de frutos.

A espécie *C. arabica* é alotetraplóide ($2n=44$ cromossomos), autocompatível, multiplicando-se predominantemente por autofecundação. As demais espécies, inclusive *C. canephora*, são diplóides ($2n=2x=22$ cromossomos), alógamas exibindo um sistema de auto-incompatibilidade do tipo gametofítico, que permite maior variabilidade genética entre os indivíduos (MÔNACO & CARVALHO, 1972).

O banco de germoplasma de *Coffea* do IAC conta com cerca de 15 espécies de cafeeiros e inúmeros híbridos interespecíficos. No entanto, interesse maior é direcionado à variabilidade intra-específica existente em *C. canephora* e *C. arabica* em função da maior facilidade de aproveitamento no desenvolvimento de novas cultivares de pé franco ou porta-enxerto.

2.2 Cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley)

O primeiro relato da presença de cochonilhas em café foi em 1915, no Congo Belga. Anos depois, representantes da família Pseudococcidae foram observados no Brasil (1918), Uganda (1922), Quênia (1925) e Filipinas (1926). Apesar da vasta distribuição mundial e da frequente presença em cafeeiros, as cochonilhas, por muito tempo, não foram consideradas pragas de importância primária (GARCIA, 1991; SANTA-CECÍLIA et al., 2002).

No Brasil, a cochonilha-da-raiz (Figura 1) foi primeiramente observada em raízes de cafeeiros de Penápolis, SP, em amostra enviada a Hempel, que a classificou como *Pseudococcus cryptus*. Posteriormente, SILVA et al. (1968) catalogaram a espécie como *Planococcus cryptus* (Hempel), e somente em 1970, WILLIAMS classificou-a como *Dysmicoccus cryptus*, sendo porém *D. texensis* (Tinsley) a correta identificação (WILLIAMS & GRANARA DE WILLINK, 1992; SANTA-CECÍLIA et al., 2002).

Desde o primeiro relato, foram registradas inúmeras ocorrências de coccídeos radicícolas em lavouras cafeeiras, desta ou de outras espécies como *Pseudococcus comstocki*, *Planococcus citri*, *Rhizoecus coffeae*, *Geococcus radicum*, *Pseudococcus radialis*, *Dysmicoccus bispinosus*, *Neorhizoecus coffeae*. Há grande probabilidade de confusões na ocorrência das espécies citadas na literatura nacional e erros de identificação, devido à dificuldade de montagem dos insetos para observações microscópicas (NAKANO, 1972).

Atualmente, a ocorrência da praga vem sendo verificada em muitos municípios do Estado de São Paulo, como Franca, Batatais, Altinópolis, Garça, Marília, Vera Cruz, Gália e Piraju e de Minas Gerais, como Caratinga, Teófilo Otoni, Manhuaçu, São Sebastião do Paraíso, Três Pontas, Boa Esperança e São Tomás de Aquino (SOUZA et al., 2007; SOUZA et al., 2008). Segundo os autores, há também relatos em lavouras de regiões cafeeiras do Paraná, Espírito Santo e Bahia.

No Estado de São Paulo esta praga é mais prejudicial em solos de natureza arenosa, como os arenitos degradados da Região Oeste onde podem causar a morte das plantas com relativa facilidade, principalmente em anos de baixas precipitações pluviométricas (NAKANO, 1972). Cresce também a incidência em áreas de maior altitude e clima mais ameno como na região de Franca, na alta Mogiana Paulista, especialmente após o replantio ou renovação de lavouras.



Figura 1 – Cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley).

2.2.1 Biologia do inseto

Trata-se de um inseto sugador de seiva que vive em colônias nas raízes do cafeeiro (SOUZA & RIBEIRO, 2003).

SANTA-CECÍLIA et al. (2001) realizaram um estudo de comportamento alimentar de cochonilhas do cafeeiro, utilizando a espécie *Planococcus minor* como modelo, através da técnica EPG (Electrical Penetration Graphs). Os padrões de ondas obtidos foram correlacionados com o processo alimentar de *P. minor* em relação aos padrões conhecidos para pulgões, e assim foi possível registrar a ocorrência de eventos como a inserção do estilete, ou prova, realizada no espaço intercelular; penetração do estilete na célula; ingestão de xilema; salivagem no floema e finalmente, a ingestão do floema.

As fêmeas (Figura 1) são ápteras, têm formato de corpo ovalado, medindo entre 2,5 a 3,0 mm de comprimento, com cabeça e tórax fundidos. Apresentam 17 apêndices filamentosos de cada lado do corpo, sendo os dois posteriores mais longos. Possuem coloração rosada, com revestimento ceroso branco finamente granuloso, sendo que seu aspecto remete à idéia de que foram envolvidas em farinha e por esta razão pertencem ao grupo das chamadas cochonilhas-farinhentas (NAKANO, 1972; GALLO et al., 1988; SOUZA et al., 2001; SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

Segundo NAKANO (1972), a cochonilha-da-raiz se reproduz por partenogênese telítoca, ou seja, fêmeas adultas sem a fertilização do macho colocam ovos férteis, com viabilidade de 96%. Ninfas eclodem 60 minutos após a postura, passam por três instares, e após 30 a 40 dias tornam-se adultas. Seu ciclo vital, de ovo a adulto, varia de 50 a 60 dias e a longevidade de 80 a 90 dias em temperaturas favoráveis ao desenvolvimento, entre 20 e 25°C, e umidade relativa em torno de 80%. Ocorrem aproximadamente cinco gerações por ano e, no campo, podem ser encontradas até uma profundidade de 50 cm, tanto na raiz principal, como nas secundárias. O potencial de reprodução dos insetos estimado em condições ideais é de 8.221.500.000 indivíduos por fêmea durante um ano. Nas colônias ocorre a sobreposição de gerações, sendo encontradas ninfas e fêmeas adultas (NAKANO, 1972; GARCIA, 1991; SOUZA et al., 2001; ALVES, 2006).

2.2.2 Sintomas e danos

Os insetos sugam continuamente a seiva das raízes, sendo o excesso eliminado na forma de um líquido açucarado, chamado de “honeydew”. Formigas do gênero *Solenopsis*,

conhecidas como lava-pés, vivem em relação de simbiose com as cochonilhas, uma vez que se alimentam desta secreção em troca de proverem proteção e o principal meio de dispersão da praga nos cafezais. Com o aumento da população na colônia, o excesso de líquido excretado escorre pelas raízes, servindo de substrato para o desenvolvimento do fungo do gênero *Bornetina*, formando um envoltório coriáceo que *a priori* exibe uma coloração amarelada e depois pardo-escuro (FORNAZIER et al., 2000; SANTA-CECÍLIA et al., 2000; SOUZA et al., 2001).

O micélio do fungo forma um envoltório sobre a colônia, constituindo uma sucessão de criptas ou nodosidades no interior das quais os insetos se alojam. O comprometimento do sistema radicular do cafeeiro leva ao impedimento da absorção de água e nutrientes via solo e, com isso, as plantas tornam-se debilitadas e morrem em seguida (ABRAHÃO & MAMPRIM, 1958; SOUZA et al., 2001; SANTA-CECÍLIA et al., 2000, 2007).

Os sintomas e a presença da praga no cafeeiro são notados em períodos de secas mais pronunciadas, em veranicos ou na entrada do inverno, quando o índice pluviométrico diminui. A seca aliada ao baixo consumo de nutrientes por parte da planta, neste período, torna o parasitismo mais intenso. Os principais sintomas ao ataque de *D. texensis* manifestam-se na parte aérea das plantas, através do amarelecimento e queda das folhas e seca dos ramos, com posterior morte das plantas em formação ou mesmo de plantas adultas. Isto ocorre em função da sucção das raízes, através da inoculação da saliva, a qual afeta diretamente as células levando à necrose dos tecidos. O processo ocasiona a morte da raiz principal, conduzindo o cafeeiro ao colapso total (NAKANO, 1972; FORNAZIER et al., 2000; SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

Os principais prejuízos são observados em cafeeiros novos com idade inferior a cinco anos ou em cafeeiros recém-plantados em áreas de lavouras antigas, uma vez que esses solos geralmente encontram-se bastante infestados pela praga. O inseto também pode ocorrer em lavouras adultas, onde a infestação limita-se à região abaixo do colo, no entanto estas são mais resistentes ao ataque e não manifestam os sintomas, já que não tem o sistema radicular totalmente destruído. Por outro lado, as plantas adultas podem representar focos de infestação para cafeeiros novos em lavouras adjacentes, plantios convencionais ou com “dobra” (SANTA-CECÍLIA et al., 2000; FORNAZIER et al., 2000; SOUZA et al., 2007; SANTA-CECÍLIA et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

Segundo NAKANO (1972) a cochonilha-da-raiz pode causar danos à produção de até 0,84 kg de café beneficiado por cova. Tendo em vista que a média de produção do Estado de São Paulo atual é de 22 sacas por hectare, a perda estimada pelo autor equivale 14 sacas, ou

64% da produção. O cálculo é um tanto exagerado, uma vez que *D. texensis* não atua diretamente sobre os frutos, e porque os cafeeiros adultos, em produção, são pouco afetados pela praga.

O hábito críptico da espécie é mais um fator que dificulta o reconhecimento de sua ocorrência nas lavouras, muitas vezes diagnosticada como ataque de outras pragas, de nematóides de galhas, ou ainda, como deficiências nutricionais, já que os sintomas apresentados pela planta são semelhantes e facilmente confundidos (SOUZA et al., 2001; SOUZA & RIBEIRO, 2003; SANTA-CECÍLIA et al., 2005a; ALVES, 2009a).

ALVES (2006) afirma que o controle desse inseto é difícil, devido à sua localização no subsolo e à secreção cerosa que apresenta sobre o corpo que dificultam a ação de inseticidas e inimigos naturais, como parasitóides, fungos e predadores.

2.2.3 Controle químico

Atualmente, a forma mais efetiva de controle da praga é a utilização de produtos químicos que, além do aumento no custo de produção das lavouras, tem reflexos na contaminação do ambiente e conseqüente mortalidade de outros insetos e animais, assim como, na saúde humana. Até o momento somente o inseticida dissulfotom+triadimenol na formulação granulada é registrado no Ministério da Agricultura para controle desta praga (MAPA, 2010).

NAKANO (1972) avaliou diferentes produtos e dosagens, como os fumigantes fosfina e brometo de metila, e aldicarb (Temizid). A fosfina e o brometo de metila foram bastante eficientes no controle da praga, mas o último apresentou efeitos fitotóxicos pronunciados para plantas enfraquecidas. O autor sugeriu a aplicação do inseticida sistêmico aldicarb (Temizid 10 GR), na dosagem de 60 g planta⁻¹, aplicado no solo, em sulco, ao redor da planta, que apesar de menos eficiente que a fosfina, apresentou atuação satisfatória. Considerou os fumigantes de difícil aplicação e de alto risco para a saúde humana.

A partir de 2001, o controle químico da praga foi revolucionado, garantindo mais eficiência e segurança aos cafeicultores. Isto se deu graças a resultados de alta eficiência de inseticidas neonicotinóides thiamethoxam 250 WG (0,6 g planta⁻¹) e imidacloprid 700 GrDA (0,3 g planta⁻¹), sistêmicos, de baixa toxicidade, ambos na formulação de grânulos dispersíveis em água, com 100% de controle da praga e sem reinfestação, independente do grau de ataque do inseto na lavoura (SOUZA & RIBEIRO, 2003; SOUZA et al., 2001).

SOUZA et al. (2007) testaram novamente os inseticidas sistêmicos thiamethoxam e imidacloprid nas formulações granuladas (GR) e de grânulos dispersíveis em água (WG). Estes produtos foram empregados em comparação com os inseticidas habitualmente utilizados pelos cafeicultores no controle dessa e de outras pragas, como o aldicarb (controle de cigarras nas raízes e do bicho-mineiro) ou o dissulfotom em mistura com o fungicida triadimenol (controle do bicho-mineiro e ferrugem do cafeeiro) os quais têm sido utilizados indiscriminadamente pelos cafeicultores para controle da cochonilha-da-raiz em suas lavouras, apesar de serem altamente tóxicos, representando alto risco de intoxicação para os trabalhadores, por serem aplicados manualmente.

Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que os inseticidas imidacloprid e thiamethoxam na formulação de grânulos dispersíveis em água (WG), foram eficientes no controle da cochonilha-da-raiz na aplicação em esguicho no colo do cafeeiro, num único ponto e numa única aplicação, sem a ocorrência de reinfestação. Os autores recomendam para lavouras em formação, com até três anos, a dose 0,14 g i.a. planta⁻¹ para o imidacloprid, e 0,05 g i.a. planta⁻¹ para thiamethoxam, num volume de calda de 50 mL cafeeiro⁻¹. Para lavouras adultas, as dosagens são de 0,21 g i.a. planta⁻¹ e de 0,15 g i.a. planta⁻¹ respectivamente para os mesmos produtos, num volume de calda de 100 mL planta⁻¹, na mesma modalidade de aplicação, apresentando resultados excepcionais.

O controle da cochonilha-da-raiz por esses inseticidas deve ser realizado de novembro a abril, e através da aplicação em esguicho no colo dos cafeeiros pode ser realizado o ano todo, com preferência para o período mencionado. É importante controlar a praga desde o início da infestação, principalmente em plantas novas, com até um ano, evitando a morte das plantas, e assim as falhas na lavoura. Também não há necessidade de controle das formigas, já que com a morte das cochonilhas pela ação dos inseticidas testados, elas desaparecem da lavoura (SANTA-CECÍLIA et al., 2007; SOUZA & RIBEIRO, 2003; SOUZA et al., 2001).

Como a cochonilha-da-raiz é um inseto sugador de seiva, é eficientemente controlada com pequenas dosagens de imidacloprid e thiamethoxam aplicados em esguicho, por ingerirem diretamente a seiva contendo o inseticida aplicado, requerendo menores dosagens para se intoxicarem e morrerem quando comparadas com as dosagens desses mesmos inseticidas, recomendadas para o controle de insetos mastigadores, como o bicho-mineiro (DIEZ-RODRÍGUEZ et al., 2006; SOUZA et al., 2006a,b; SOUZA & RIBEIRO, 2003).

2.2.4 Controle biológico

2.2.4.1 Nematóides entomopatogênicos

O uso de nematóides entomopatogênicos das famílias Steinernematidae e Heterorhabditidae vem sendo testado para o controle da espécie, uma vez que tem ganhado importância como método alternativo ao controle químico de muitos insetos-pragas e devido sua utilização em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em muitos países (GEORGIS et al., 2006). Seu uso como agente de controle microbiano, ainda é limitado quando comparado a outros agentes, como fungos e bactérias (GREWAL et al., 2001).

Alguns trabalhos têm demonstrado a suscetibilidade de cochonilha-da-raiz, *D. texensis* aos nematóides entomopatogênicos, representando uma alternativa para o controle químico dificultado pelo hábito de vida críptico da espécie (ALVES, 2006).

ANDALÓ et al. (2004), em trabalho de seleção de isolados de nematóides entomopatogênicos para a cochonilha-da-raiz observaram que a espécie *Steinernema carpocapsae* foi a que apresentou maior virulência, causando até 78% de mortalidade dos insetos praga.

ALVES (2006) observou maior susceptibilidade de *D. texensis* a isolados do gênero *Heterorhabditis* alcançando valores máximos de mortalidade variando de 81 a 100% na maior concentração testada, 100 juvenis infectivos por inseto (JIs inseto⁻¹), do que aos isolados pertencentes ao gênero *Steinernema*, menos virulentos.

A maior eficiência do gênero *Heterorhabditis*, pode estar relacionada ao seu tamanho reduzido (ALVES, 2009a). Os esteinernematídeos podem apresentar dificuldades para penetrar pelas aberturas naturais de insetos menores, como a cochonilha-da-raiz (STUART et al., 1997).

Contudo, há uma série de outros fatores que podem estar envolvidos no processo, como a especificidade entre patógeno e hospedeiro. Espécies distintas podem apresentar diferenças quanto à especificidade em atacar o inseto, e isolados nativos podem ter maior virulência sobre o inseto do que espécies exóticas, por estarem adaptados às condições climáticas, ou por terem desenvolvido especificidade aos hospedeiros locais. Pode ainda existir variabilidade para virulência entre isolados da mesma espécie (ALVES et al., 2009a).

Para isolados de nematóides de *Heterorhabditis* sp, a concentração por área, estimada, foi de 28 a 29 JIs cm⁻². Extrapolando essas concentrações para aplicações em campo, o valor passa para 2,8x10⁹ JIs ha⁻¹. Entretanto, a concentração determinada em laboratório pode não

ser adequada para as aplicações em campo, uma vez que em ambiente natural esses nematóides e os insetos praga estão sujeitos a maiores variações de fatores não controlados e no laboratório, os insetos ficam extremamente vulneráveis ao seu ataque (ALVES et al., 2009a).

Dois dos isolados selecionados por esses autores, *Heterorhabditis* sp. JPM3 e *Heterorhabditis* sp. CCA apresentaram elevada virulência contra a cochonilha-da-raiz mesmo dentro das criptas causando mortalidade de 74% e 93% dos insetos, respectivamente, indicando a possibilidade de uso destes agentes no controle do inseto em condições de campo, apesar de que, neste experimento, as criptas foram cortadas, facilitando o acesso dos JIs.

ALVES et al. (2009b) avaliaram a eficiência de duas formas de aplicação dos mesmos isolados de heterorhabditídeos testados acima, em casa-de-vegetação e também em testes de campo. Em casa-de-vegetação 200 mL de solução por vaso dos isolados CCA e JPM3 foram aplicados por inoculação direta da suspensão aquosa no solo, na concentração de 28 e 29 JIs/cm², respectivamente. Também foram inoculados pelo método de cadáver infectado, com um cadáver da traça dos favos, *Galleria mellonella* L. por vaso, enterrado próximo ao colo da planta. Os tratamentos foram comparados com a testemunha na qual foi aplicado thiamethoxam, inseticida padrão para comparação e água.

Aplicado pelo método de suspensão aquosa o isolado JPM3 teve eficiência de controle de 68%, e quando aplicado pelo método de cadáver infectado a eficiência foi de apenas 46%. O isolado CCA teve valor máximo de eficiência de 28% com a primeira forma de aplicação, e de 18% quando aplicado da segunda forma (ALVES, 2006, 2009b).

Nos testes em campo, os nematóides em suspensão aquosa foram aplicados por inundação na concentração de $3,6 \times 10^5$ JIs planta⁻¹ (100 JIs cm⁻²) e pelo método de cadáver infectado, sendo enterradas 10 larvas infectadas a 10 cm de profundidade e a 5 cm do colo da planta. O isolado JPM3, somente pela aplicação por suspensão aquosa, e o inseticida foram eficientes no controle de *D. texensis* (65 e 81%, respectivamente). O isolado CCA não foi eficiente em nenhum dos métodos de aplicação (ALVES, 2006).

Quanto ao método de aplicação dos nematóides entomopatogênicos, o uso de suspensão aquosa proporcionou melhores resultados quanto comparado ao método de cadáver infectado, e que o isolado *Heterorhabditis* sp. JPM3, aplicado em suspensão aquosa, teve uma eficiência equivalente ao do inseticida thiamethoxam, podendo atuar como um agente promissor no controle de *D. texensis* (ALVES, 2006, 2009b).

2.2.4.2 Fungos entomopatogênicos

Fungos entomopatogênicos também podem representar uma alternativa para o controle biológico da praga, já que são responsáveis por cerca de 80% das enfermidades que ocorrem naturalmente nos insetos em agroecossistemas, exercendo a função de controle de insetos e manutenção do equilíbrio ecológico. O uso desses fungos tem se intensificado nos últimos anos, muitas vezes mostrando-se vantajoso em substituição aos produtos químicos (ALVES, 1998; ROBBS & BITTENCOURT, 1998).

ANDALÓ et al. (2004) testou isolados fúngicos das espécies *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *P. farinosus*, *P. lilacinus* e *Verticillium lecanii*. Entre estes, selecionaram 10 isolados que causaram maior mortalidade (entre 56 e 64%) sendo nove destes de *B. bassiana* e um de *M. anisopliae*. O fungo *B. bassiana* apresentou maior virulência para o inseto entre as demais espécies testadas, pois a maioria de seus isolados causou alta mortalidade em *D. texensis*.

Segundo ALVES (1998), isto pode ser explicado pela rápida ação de *B. bassiana*, que penetra no tegumento do inseto com até 12 horas e após 72 horas já o coloniza totalmente. Desta forma, o inseto tem um tempo menor para conseguir ativar o seu sistema de defesa do que para os demais. A secreção cerosa que reveste a cochonilha-da-raiz provavelmente funciona como uma proteção contra a penetração do fungo no inseto, e assim não foi observada mortalidade da cochonilha antes de seis dias.

ANDALÓ et al. (2004) realizando comparação da ação de nematóides e fungos entomopatogênicos, concluíram que os primeiros são mais virulentos para *Dysmicoccus texensis*. Tal diferença pode ser explicada pelo comportamento dos dois entomopatógenos e pela forma de penetração. Os fungos penetram, sobretudo pelo tegumento do inseto, e os nematóides utilizam aberturas naturais, como boca, ânus e espiráculos. Desta forma, os nematóides apresentam vantagem sobre os fungos, uma vez que *D. texensis* possui um revestimento ceroso, que envolve e protege o seu corpo, dificultando o acesso dos fungos. Há também alta adaptação do complexo entre nematóide e bactérias possibilitando matar mais rapidamente o inseto (FERRAZ, 1998).

2.2.4.3 Outros parasitóides

Diversos levantamentos de cochonilhas e de seus inimigos naturais foram realizados entre 2006 e 2008 no Estado do Espírito Santo em plantas de importância econômica para

municípios capixabas, como parte das pesquisas para o desenvolvimento do manejo integrado de pragas e contribuir para o maior conhecimento da biodiversidade no Estado. Associadas à cochonilhas *Dysmicoccus* spp. em *C. arabica* e *C. canephora* foram observadas as espécies de parasitóides (Hymenoptera: Chacidoidea) cf *Anagyrus*; cf *Hambletonia* ; cf *Leptomastix* (CULIK et al., 2009). Existem relatos de larvas de coccinelídeos – joaninhas, parasitando outras espécies de cochonilhas, mas ainda não há citações em literatura para *D. texensis*. Apesar destas observações, ainda não existem trabalhos sobre a potencialidade de uso desses parasitóides para o controle biológico de *D. texensis*.

2.2.5 Controle genético

São inexistentes no presente métodos de controle mais econômicos e seguros, como a utilização de genótipos resistentes à praga. No entanto, a variabilidade genética reunida no banco de germoplasma de *Coffea* do IAC, pode contribuir de maneira significativa para a identificação de indivíduos resistentes com potencial de uso imediato no controle genético da cochonilha-da-raiz.

A variabilidade interespecífica de *Coffea* à cochonilha-da-raiz foi somente investigada por GARCIA (1991) que observou que as espécies *C. canephora* e *C. excelsa* (*C. liberica* var. *dewevrei*) apresentaram reduzido número de insetos em relação à cultivar testemunha suscetível de *C. arabica*, o que poderia estar relacionado a algum nível de resistência nestas espécies.

Deve-se destacar a grande variabilidade genética já identificada na coleção de cafeeiros do IAC para resistência a pragas, como o bicho-mineiro, ácaros, traças, nematóides e doenças fúngicas, como cercosporiose, ferrugem, entre outras (MEDINA FILHO et al., 2007).

2.3 Nematóides

Os fitonematóides estão presentes na maioria dos solos cultivados, mas os danos são evidenciados quando os mesmos atingem altas densidades populacionais, como ocorre em algumas das principais regiões cafeeiras.

No Brasil, foram registradas até o momento 38 espécies reunidas em 31 gêneros de fitonematóides associados à raízes de cafeeiros, dentre as quais destacam-se as espécies dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* como as mais prejudiciais à cafeicultura nacional

(CAMPOS, 1997). Das dezessete espécies de nematóides de galhas relatadas parasitando cafeeiros em diversas partes do mundo, seis delas ocorrem no Brasil, sendo as mais prejudiciais *M. exigua* Goeldi, 1887, pela distribuição geográfica, *M. incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. paranaensis* Carneiro et al., 1996 pela intensidade dos danos causados (CAMPOS & VILLAIN, 2005).

A ocorrência de nematóides de galhas tem sido reportada em lavouras cafeeiras principalmente dos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, sendo que a fauna nematológica é variável com a região (LORDELLO, 1972).

Em São Paulo, estudos mostraram ampla e crescente infestação de *M. incognita* e *M. paranaensis* (KRZYNOWSKI et al., 2001; LORDELLO et al., 2001; KUBO et al., 2001), principalmente nas regiões de arenito, ocorrendo a predominância de *M. incognita*, em populações isoladas ou misturadas a *M. paranaensis* (CARNEIRO et al., 2005).

2.3.1 Biologia

Os fitonematóides são microscópicos, com comprimento variando de 0,3 a 5 mm. Machos e fêmeas são morfologicamente semelhantes, distinguíveis pelos órgãos reprodutores e também nos casos em que as fêmeas se avolumam (MONTEIRO, 1992). Vivem normalmente associados ao sistema radicular das plantas. Utilizam o estilete para perfurar as células, injetar enzimas e obter os nutrientes necessários para seu desenvolvimento e reprodução. São parasitos obrigatórios alimentando-se de células vivas, podendo ter um amplo espectro de plantas hospedeiras (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001).

Em geral, as fêmeas de *Meloidogyne* depositam suas massas de ovos na superfície das raízes, como ocorre em *M. incognita*, *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. paranaensis* e em algumas populações de *M. exigua*. (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001).

O ciclo biológico (ovo a ovo) em *C. arabica* varia de 32 a 45 dias para *M. exigua* (LIMA & FERRAZ, 1985 a, b) e de 28 a 56 para *M. incognita* (JAEHN, 1991).

Dentro do ovo ocorre a multiplicação celular e o desenvolvimento do embrião, originando-se o juvenil de primeiro estágio (J1). Ocorre então a primeira ecdise, tornando-se um juvenil de segundo estágio (J2), a forma infectante, que desloca-se pelo solo e penetra pela coifa de raízes novas, onde estabelece sítios de alimentação, constituídos de quatro a seis células gigantes, onde se alimentará até tornar-se adulto, de hábito sedentário. No sítio de alimentação ocorrem a segunda ecdise, aproximadamente 12 dias após a penetração e a

terceira e quarta ecdises 14 a 15 dias após a penetração, chegando ao estágio adulto (CAMPOS, 1997).

2.3.2 Sintomas e danos

A redução da produção mundial de café devido à ação de fitonematóides é estimada em 15% (SASSER, 1979), e em 20 % no Brasil, sendo as espécies de *Meloidogyne* responsáveis por 15% desse total (LORDELLO, 1976). Há ainda perdas indiretas causadas pelo parasitismo dos nematóides que devem ser consideradas, como a menor tolerância ao frio, seca de cafeeiros contaminados, perda parcial da eficiência de alguns insumos, destruição de mudas contaminadas, despesas com o controle, desemprego em áreas cafeeiras tradicionais, perdas de investimentos em equipamentos e estruturas de produção e comercialização de café e mesmo perda da competitividade da cafeicultura com outras culturas (GONÇALVES et al., 1995).

As áreas mais afetadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* são as de solo arenosos e degradados física (compactação, erosão), química (desequilíbrios nutricionais, baixos teores de nutrientes e matéria orgânica) e biologicamente (diminuição da atividade e diversidade biológica), principalmente da cafeicultura paulista e paranaense. A ampla disseminação de *M. incognita* e *M. paranaensis* ocasiona os maiores danos. Estes nematóides constituem fator limitante tanto na manutenção de solos contaminados, quanto na implantação de novos cafezais em áreas endêmicas, graças à notável capacidade de destruição do sistema radicular, à alta persistência no solo e à intolerância das cultivares atuais (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2007).

Os sintomas decorrentes do parasitismo de nematóides em cafeeiros podem variar de acordo com a espécie envolvida na interação. Os sintomas notados na parte aérea das plantas são observados especialmente em condições adversas de ambiente, como clima e solo, podendo apresentar clorose das folhas, definhamento das plantas, e dependendo da espécie do parasito, levar a morte do cafeeiro (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001).

M. exigua caracteriza-se pela presença generalizada nas lavouras e regiões onde ocorrem, ao contrário de *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. coffeicola*, que ocorrem inicialmente em reboleiras, bem definidas na lavoura, em que as plantas apresentam sintomas claros de definhamento e amarelecimento (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001).

M. exigua não é a espécie mais patogênica ao cafeeiro, mas é a que causa maiores danos à cafeicultura brasileira, isto porque tem disseminação generalizada nos cafezais onde

ocorre, e também por apresentar ampla distribuição geográfica, ocorrendo nas principais regiões produtoras de café do país. *M. incognita* apresenta maior patogenicidade em relação a *M. exigua*. Apesar de serem escassos os dados sobre os danos provocados por *M. paranaensis*, sabe-se que é tão patogênico quanto *M. incognita* (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001; GONÇALVES et al., 2004).

2.3.3 Controle

O controle destes parasitas é uma operação difícil, já que a erradicação de uma área contaminada é praticamente impossível. A utilização integrada de medidas de controle viáveis pode reduzir a população de nematóides, ou mantê-la em níveis baixos, que não causem danos. É necessário também escolher as técnicas mais adequadas de manejo e quando (a melhor época para) aplicá-las para a obtenção de um controle mais viável do ponto de vista econômico, social e ambiental (GONÇALVES et al., 2004).

Nos últimos anos a preocupação em substituir os nematicidas por outras formas de manejo tem sido uma constante na pesquisa em nematologia (CARNEIRO et al., 1996). Assim, a utilização de variedades resistentes é considerada uma das melhores alternativas para controle destes fitonematóides, principalmente quando integrada a práticas como a rotação de culturas com plantas antagonistas, controle biológico, utilização de matéria orgânica e manejo da cobertura vegetal nas entre linhas do cafezal. O manejo integrado destas práticas pode constituir uma das formas mais eficientes, econômicas e seguras para produção de café em áreas infestadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001; GONÇALVES et al., 2004).

2.4 Resistência de Plantas a Insetos

Insetos fitófagos podem causar danos às plantas de várias formas: alimentando-se delas, ovopositando em seus tecidos, e transmitindo infecções bacterianas e virais (KONNOROVA & DE LA VEJA, 1985).

Os danos a culturas agrícolas causados por insetos constituem a maior preocupação do ponto de vista econômico para a agricultura de regiões tropicais e temperadas de todo o mundo, uma vez que os gastos com a prevenção ao ataque de pragas são consideráveis. Falhas no controle ao ataque de insetos tem tido implicações devastadoras (GATEHOUSE, 1991).

PAINTER (1968) afirma que a resistência de plantas a insetos é devida a soma de caracteres hereditários das plantas, os quais podem influenciar o grau de dano causado pelo inseto. Assim, uma planta resistente pode apresentar maior produtividade que um material vegetal comum nas mesmas condições ambientais.

A planta resistente exibe mecanismos de defesa em resposta ao ataque dos insetos, incluindo caracteres morfológicos e um complexo de substâncias químicas, que permitem a planta tornar-se repelente, tóxica ou de algum modo inadequada para uso dos insetos (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000).

Vale lembrar, que a resistência não é uma característica absoluta, mas relativa, onde uma planta “A” é resistente a um inseto em relação a uma planta “B”. Dependendo do ambiente onde uma determinada planta se encontra, ela pode ou não expressar o caráter resistência (LARA, 1979).

PAINTER (1968) classificou a resistência de plantas a insetos em três tipos: não-preferência, mais tarde denominada antixenose (KOOGAN & ORTMAN, 1978), antibiose e tolerância. A antixenose ocorre quando uma planta ou cultivar é menos utilizada para alimentação, oviposição ou abrigo do inseto que outras plantas em igualdade de condições, o que permite inferir que a planta resistente provoca uma resposta negativa ao inseto durante o processo de seleção do hospedeiro.

Os insetos têm seu comportamento influenciado por estímulos fornecidos ou elaborados pelas plantas, e baseado nesse conceito LARA (1979) explica o mecanismo da resistência por antixenose: quando o inseto está à procura de um hospedeiro, a planta pode apresentar um estímulo atraente ou repelente ao inseto, e se caso o atraente se sobressaia, o inseto dirige-se à planta e pousa sobre ela. A planta ainda pode manifestar sua resistência, apresentando um estímulo supressor à “picada de prova”. Caso o estímulo para iniciar a alimentação seja maior, o inseto irá experimentar, o que ainda não permite sua qualificação como suscetível, pois algum outro estímulo pode levar o inseto a não prosseguir com a alimentação e procure por outro hospedeiro. A sequência e os tipos de estímulo variam de acordo com o inseto e hospedeiro, e seu conhecimento é de fundamental importância para programas de melhoramento para resistência a pragas.

A antibiose é o tipo de resistência em que o inseto se alimenta da planta, contudo esta exerce efeitos adversos sobre sua biologia ou desenvolvimento. A planta que apresenta este tipo de resistência pode afetar direta ou indiretamente o potencial reprodutivo do inseto, desde a mortalidade de formas jovens, alterações na morfologia dos indivíduos, fertilidade e longevidade. Os efeitos sobre a biologia do inseto podem ser devidos à presença de

substâncias tóxicas ou inibidoras de desenvolvimento, à desbalanços nutricionais, ou à ausência de nutrientes essenciais (LARA, 1979)

Já a planta tolerante, é aquela que sofre pouco dano em relação a outras sob um mesmo nível de infestação do inseto praga, sem afetar seu comportamento ou biologia. Suporta o ataque da praga através da regeneração de tecidos, crescimento vegetativo, ou outros mecanismos que permitam a manutenção da qualidade e quantidade de produção. Como não está relacionada ao comportamento e a biologia do inseto, apresenta a vantagem de reduzir a possibilidade de aparecimento de biótipos ou de raças fisiológicas resistentes, e a desvantagem de não influir diretamente sobre a população, embora tenha uso promissor em programas de manejo integrado de pragas onde se utiliza do controle biológico (PAINTER, 1968; LARA, 1979; GALLO et al., 2002).

GATEHOUSE (1991, 2002) denomina de resistência estática ou constitutiva aquela que segundo LARA (1979) é causada por fatores físicos e morfológicos, dada sem a ação de agentes agressores, garantida por mecanismos que impedem o ataque de insetos, como a presença de tecidos lignificados, cutículas revestidas de cera, superfícies com espinhos ou pêlos, produção de secreções aderentes, ou radiações emitidas pelas plantas.

O mesmo autor, designa um segundo tipo de resistência, a ativa, que é representado por mecanismos químicos de defesa, também apontados como causa de resistência por LARA (1979). Várias plantas são capazes de produzir metabólitos secundários com ação inseticida. Estes compostos podem interferir na percepção química dos insetos, impedindo que se alimentem de seus tecidos. Também podem produzir toxinas e antimetabólitos, levando o inseto à morte, ou interferindo em seu desenvolvimento, metamorfose e reprodução (GATEHOUSE, 1991; GATEHOUSE, 2002).

Os mecanismos de defesa empregados nos diferentes tipos de resistência envolvem praticamente os mesmos processos biossintéticos, e os mesmos genes, diferindo apenas no modo de expressão destes. Na resistência estática a expressão gênica é resultante do processo normal de desenvolvimento da planta, enquanto que na resistência ativa, a expressão é regulada mediante a existência de um estímulo externo (GATEHOUSE, 2002).

2.5 Resistência de *Coffea* às Cochonilhas

São muito escassos os relatos sobre a interação entre cafeeiro e cochonilhas na literatura científica.

GARCIA (1991), em trabalho realizado no laboratório de entomologia do CIRAD, em Montpellier, pode constatar o papel da idade dos cafeeiros no grau de infestação e a sensibilidade de diferentes espécies do gênero *Coffea* à praga. O autor avaliou plantas de diferentes idades, com 8, 20 e 36 meses, e concluiu que a instalação da cochonilha-de-raiz é melhor em cafeeiros com desenvolvimento suficientemente avançado, devendo apresentar altura mínima de 30 cm e diâmetro do caule ao nível do colo de 0,7 cm, ou seja, plantas de 20 meses de idade.

Nos testes relacionados à sensibilidade hospedeira o autor avaliou as espécies *C. arabica* cultivar Caturra, *C. canephora* e *C. excelsa* (*C. liberica* cv dewevrei) e observou que o número médio de indivíduos de *D. texensis* foi de 2951 em *C. arabica*, 186 em *C. canephora* e 69 em *C. excelsa*.

Com base nesses resultados o autor afirma que as espécies *C. canephora* e, sobretudo, *C. excelsa* apresentam resistência genética à cochonilha-da-raiz, sugerindo que a resistência pode ser de natureza diversa, como a quantidade de produtos limitantes ou nocivos para a multiplicação dos insetos (GARCIA et al., 1991).

A resistência destas espécies já havia sido relatada por CHEVALIER (1947). Segundo o autor “Excelsa e Robusta são mais resistentes à cochonilha-da-raiz, e podem ser usados para substituir as plantas mortas em áreas infectadas”.

Há também na literatura especializada algumas informações relacionadas a outras espécies de cochonilhas, pragas do cafeeiro.

A cochonilha *P. citri* é uma importante praga do cafeeiro pelos danos ocasionados nas rosetas desde a floração até a colheita, limitando a produtividade da cultura. SANTA-CECÍLIA et al. (2005b) avaliaram desenvolvimento e o comportamento alimentar de *P. citri*, sendo o último realizado através da técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG). Para isto utilizaram plantas das cultivares Acaiá de *C. arabica*, Apoatã de *C. canephora*, um híbrido entre *C. racemosa* e *C. arabica*, e a espécie silvestre *Coffea dewevrei* (*C. liberica* cv dewevrei).

A duração do período ninfal de fêmeas de *P. citri* não diferiu entre as cultivares Acaiá e Apoatã. Em *C. dewevrei* houve 100% de mortalidade nos estádios imaturos, devido provavelmente a efeitos adversos causados na biologia do inseto, sugerindo a presença de algum nível de resistência. Também nesta espécie, as cochonilhas apresentaram dificuldades para iniciar a inserção dos estiletos, confirmando que esta não é um hospedeiro adequado à espécie.

Os estudos da penetração dos estiletes da cochonilha mediante a técnica de EPG também não evidenciaram diferenças no comportamento alimentar de *P. citri* nas cultivares Acaiá e Apoatã. O híbrido, *C. racemosa* x *C. arabica*, apresentou valores intermediários entre as duas cultivares. Já em *C. dewevrei*, poucas cochonilhas iniciaram a inserção dos estiletes no tecido, sugerindo a presença de fatores de resistência à nível da cutícula.

FATOBENE et al. (2009) avaliaram a resistência de cinco seleções de *C. arabica* à cochonilha-das-rosetas (*P. citri*) e cochonilha-da-raiz (*D. texensis*), sendo duas dessas seleções, as cultivares comerciais Catuaí Vermelho IAC 99 e Obatã IAC 1669-20, sabidamente suscetíveis aos insetos, e as outras três, as seleções clonais, AC₁, AC₂ e AC₃ naturalmente descafeinadas. Nenhuma das seleções diferiu quanto ao nível de resistência a *D. texensis*, sendo que todas apresentaram reduzido número de insetos, o que possivelmente foi devido ao reduzido número de insetos utilizados para infestação e a baixa taxa de sobrevivência dos mesmos. Quanto à resistência à *P. citri*, a cultivar Obatã IAC 1669-20 apresentou maior nível de infestação, enquanto as seleções AC apresentaram maior nível de resistência, segundo as variáveis analisadas. As plantas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 formaram um grupo aparentemente intermediário entre Obatã IAC 1669-20 e as seleções AC.

Fontes de resistência à outras importantes pragas do cafeeiro foram encontradas em espécies silvestres do gênero *Coffea*, como *C. liberica* à broca dos frutos, *Hypothenemus hampei*, (LEEFMANS, 1923) e *C. stenophylla*, *C. brevipes*, *C. salvatrix* *C. liberica*, *C. racemosa*, *C. kapakata*, *C. dewvrei* e *C. eugenioides* ao bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, (GUERREIRO-FILHO et al., 1991).

Estudos mais aprofundados acerca da resistência de plantas a coccídeos foram realizados com a espécie *Phenacoccus manihoti*, a cochonilha da mandioca *Manihot esculenta* Crantz. Diferentes níveis de resistência por antixenose têm sido identificados em variedades de mandioca, (TERTULIANO et al., 1993).

Buscando elucidar os mecanismos de seleção de hospedeiros por *P. manihot*, LE RÜ et al. (1995) realizaram um estudo da morfologia e ultraestrutura de órgãos receptores presentes na extremidade labial dos insetos. Através de microscopia eletrônica de transmissão e de varredura os autores verificaram que a cochonilha-da-mandioca possui um sistema sensorial bem diversificado na extremidade do lábio que lhe permite detectar substâncias químicas presentes na superfície das plantas, por olfação e contato, fornecendo informações sobre a natureza química das folhas.

O padrão de comportamento é similar ao descrito em alguns insetos da ordem Hemiptera (BACKUS, 1988), e provavelmente deva ser similar também ao apresentado pela cochonilha-da-raiz do cafeeiro.

2.6 Resistência de *Coffea* a Nematóides

A resistência de plantas a nematóides pode ser definida como características da planta que inibem a reprodução e o desenvolvimento destes parasitos, podendo variar de moderada a absoluta (TAYLOR & SASSER, 1978). A resistência pode também ser específica a uma ou mais raças e/ou espécies de nematóides (ROBERTS et al., 1998). Isto ocorre em cafeeiros (CARNEIRO et al., 2009), e deste modo é de fundamental importância o conhecimento da reação de cafeeiros selecionados como resistentes a determinadas populações de nematóides, em relação a diferentes variações intra-específicas ou interespecíficas do gênero *Meloidogyne*.

A variabilidade intra-específica das espécies de *Meloidogyne* tem sido elucidada em diversas pesquisas. Estudos baseados em diagnoses morfológicas (hospedeiros diferenciadores), bioquímicas (fenótipo das esterases - Est) e moleculares de populações oriundas de cafeeiros do Brasil e América Central, tem possibilitado identificar as principais espécies e caracterizar a diversidade genética dos nematóides de galhas, sendo *M. incognita* (Est I1 – raça 2 e 3; e Est I2 – raça 1 e 4), *M. paranaensis* (Est P1) e *M. exigua* (Est E1 e Est E2) (OLIVEIRA et al., 2001; RANDIG et al., 2002; CARNEIRO et al., 2004).

A seleção de cafeeiros resistentes a nematóides tem maior interesse na variabilidade intra-específica existente em *C. canephora* e *C. arabica* em função do uso imediato dos cafeeiros resistentes da espécie *C. canephora*, como porta-enxerto de copas de café arábica, ou como cultivar pé-franco na produção de café robusta para a indústria de solúvel, assim como, da espécie *C. arabica*, como variedade de pé-franco.

O objetivo da seleção de cafeeiros se relaciona à resistência que apresentam a nematóides do gênero *Meloidogyne* e, por conseqüência, à possibilidade de reunir em uma mesma cultivar – porta-enxerto ou pé-franco – resistência múltipla a nematóides e cochonilha-da-raiz. Tal fato proporcionaria maior eficiência no programa de seleção de cultivares, tanto economicamente, como em relação ao tempo necessário para o lançamento de um novo material.

Níveis variáveis de resistência a nematóides do gênero *Meloidogyne* têm sido descritos, particularmente em cafeeiros da espécie *C. canephora* (FAZUOLI, 1981; FAZUOLI, et al. 1983), formada por dois grandes grupos segundo a origem geográfica e

tipificação das plantas: grupo congolês, representado por cafeeiros do tipo robusta - e grupo guineano, representado por cafeeiros do tipo kouilou ou conilon (BERTHAUD, 1986). Praticamente, todo germoplasma do grupo congolês apresenta resistência à *M. exigua* (FAZUOLI, 1981). Fontes de resistência são também encontradas em outras espécies do gênero, assim como, no germoplasma Icatu Vermelho IAC 925, cultivar obtida a partir da introgressão em *C. arabica* de genes oriundos de *C. canephora*. Cafeeiros da espécie *C. canephora* e derivados de Híbrido de Timor apresentam também resistência a diferentes raças de *M. incognita* e *M. paranaensis*. O IAC conta com vasto germoplasma de *C. canephora* bem caracterizado em relação à resistência a estes diferentes nematóides.

2.7 Melhoramento para Resistência a Pragas

RUSSEL (1975) aponta três etapas indispensáveis para o desenvolvimento de um programa de melhoramento para resistência a pragas: a) conhecimento aprofundado da bioecologia do inseto, para estabelecimento de uma criação em laboratório, permitindo realizar infestações artificiais; b) efetuar buscas de material resistente já adaptado introduzido ou exótico. O material adaptado possui muitas vantagens, por ter utilização imediata. É indispensável também que haja variabilidade genética disponível para uso no programa de melhoramento; c) Condução de programa de melhoramento baseando-se em estudos genéticos de virulência.

A primeira das três etapas parece estar superada. A biologia de *D. texensis* é relativamente bem conhecida (NAKANO, 1972; GARCIA, 1991; ALVES, 2006), assim como também a técnica de criação e produção em escala de insetos (ALVES, 2006).

No entanto, pouco se sabe acerca da variabilidade genética existente no gênero *Coffea* relacionada à resistência dos cafeeiros e o dano provocado pelos insetos, área em que se insere a presente pesquisa.

O tipo de herança da resistência também é de fundamental importância para nortear um programa de melhoramento. Pode ser de herança simples, denominada resistência vertical ou específica, governada por um ou poucos genes; ou de herança poligênica, chamada resistência horizontal ou não específica, determinada por genes de resistência em vários locos, onde cada um contribui com um pequeno efeito aditivo. A resistência horizontal tem a vantagem de controlar um amplo espectro de biótipos, e a desvantagem de dificuldade de transferibilidade de características para outros genótipos (VENDRAMIM & NISHIKAWA, 2001)

Assim, de acordo com o tipo de herança e tipo de ação envolvido na resistência e com características botânicas da planta pode-se escolher um método de melhoramento mais adequado. Seleção massal, seleção recorrente, retrocruzamentos, seleção entre linhas puras e hibridação foram citados como eficientes por LARA (1979).

2.7.1 Técnicas de criação dos insetos

NAKANO (1972) desenvolveu o método de multiplicação dos insetos em brotos de tubérculos batata, o qual foi utilizado com êxito por GARCIA (1991) e ANDALÓ et al. (2004) em pesquisas com a biologia e controle biológico do inseto.

A utilização de abóboras como substrato tem sido empregada com sucesso por diversos grupos de pesquisa para criação de diferentes espécies de cochonilhas (LEPAGE, 1942; LOAYZA et al., 2003; ROCHA et al., 2006; ALVES, 2006; SANTA-CECÍLIA et al., 2008).

2.7.2 Técnicas de infestação

GARCIA (1991) realizou a infestação de cafeeiros colocando seis fêmeas, prontas para postura, no colo de cada planta. O autor infestou as espécies *C. arabica*, *C. excelsa* e *C. canephora*, e obteve sucesso com o método.

ALVES (2006) adotou método de infestação menos agressivo para fêmeas de *D. texensis*, as quais não foram retiradas do substrato. A autora utilizou pedaços de abóbora de 4 cm² colocados junto ao colo das mudas, permitindo que os insetos migrassem espontaneamente para a planta, o que foi reproduzido em nossos experimentos.

2.7.3 Técnicas de avaliação

A multiplicação dos insetos em cafeeiros foi avaliada por GARCIA (1991) e ALVES (2006) através de contagem do número total de insetos vivos em toda a área de raiz.

GARCIA (1991) também realizou avaliações biométricas da planta, altura e diâmetro do caule, no início e fim de seus experimentos, com o objetivo de investigar a possível interferência da praga no desenvolvimento dos cafeeiros.

Em testes em campo, ALVES (2006) e SOUZA et al. (2007) procederam à retirada de 2 a 2,5 cm² de caule da região do colo, com auxílio de estilete, e contaram o número de

insetos vivos, adultos e ninfas na amostra, para estimativa do número total de insetos no cafeeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Interação entre Cafeeiros e Cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis*

3.1.1 Local das experimentações

O trabalho foi desenvolvido no Centro Experimental do IAC, Fazenda Santa Elisa, em Campinas, SP, sendo os experimentos instalados isoladamente em casa de vegetação (Figura 2), do Centro de Horticultura do IAC, protegida com tela FreshNet® (marca Sol Pack) para diminuição de temperatura diurna e manutenção da temperatura interna no período noturno.

O isolamento dos cafeeiros em estufa teve como objetivo o controle de infestações por outras pragas e doenças do cafeeiro, comumente observados em viveiro e casa de vegetação com cafeeiros de genótipos diversos.



Figura 2 – Casa de vegetação do Centro de Horticultura do IAC onde foram conduzidos experimentos.

As plantas foram dispostas em bancadas constituídas por barras de concreto apoiadas em armação de ferro, distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, conforme ilustrado na figura 3 e descrito detalhadamente em 3.1.5.



Figura 3 – Detalhada disposição das plantas sobre as bancadas (A); Visão geral dos experimentos (B).

3.1.2 Produção e enraizamento de mudas clonais

Mudas clonais das matrizes selecionadas em campo para resistência a nematóides do gênero *Meloidogyne* foram produzidas a partir de segmentos de ramos ortotrópicos, de acordo com metodologia estabelecida por FAZUOLI et al. (2001).

A propagação vegetativa teve início a partir da utilização de estacas de matrizes sadias, em bom estado nutricional e em pleno desenvolvimento vegetativo. Estacas herbáceas foram retiradas de ramos ortotrópicos, com 3 a 5 cm de comprimento, constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço de seu tamanho e a base da estaca cortada em forma de bisel para aumento da superfície de contato.

Uma vez preparadas, as estacas foram tratadas por imersão em calda durante cinco minutos, respectivamente com o fungicida carbendazin na concentração de 1 ml L^{-1} e com o bacteriostático casugamicina na concentração de 3 ml L^{-1} , para controle preventivo de fungos e bactérias.

A produção das mudas foi dividida em duas fases. Na primeira delas, as estacas, após excisão e tratamento químico, foram plantadas em tubetes com substrato comercial Plantmax® Café e adubo de liberação lenta Osmocote® na proporção de 6 kg m^{-3} (Figura 4A). As plantas foram mantidas em ambiente com luminosidade reduzida, de 50 a 70% de sombreamento, temperatura amena, inferior a $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e irrigações frequentes para manutenção da umidade relativa do ar próxima à saturação. Após a emissão das primeiras raízes, que ocorreu por volta de 30 a 45 dias, as plantas foram mantidas por mais dois ou três meses nas

mesmas condições para maior desenvolvimento de raízes e parte aérea (Figuras 4A e 4B).

Na segunda fase, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade para 1,7 L preenchidos com a mistura de terra (2/3) e areia (1/3) onde permaneceram por mais 90 dias nas mesmas condições descritas na fase anterior visando maior crescimento do sistema radicular, condição essencial para o desenvolvimento dos insetos (Figuras 4D e 4E). Mudas com cerca de 5 a 9 pares de folhas, com aproximadamente 12 a 15 meses de idade foram então infestadas conforme procedimento descrito no item 3.1.4.

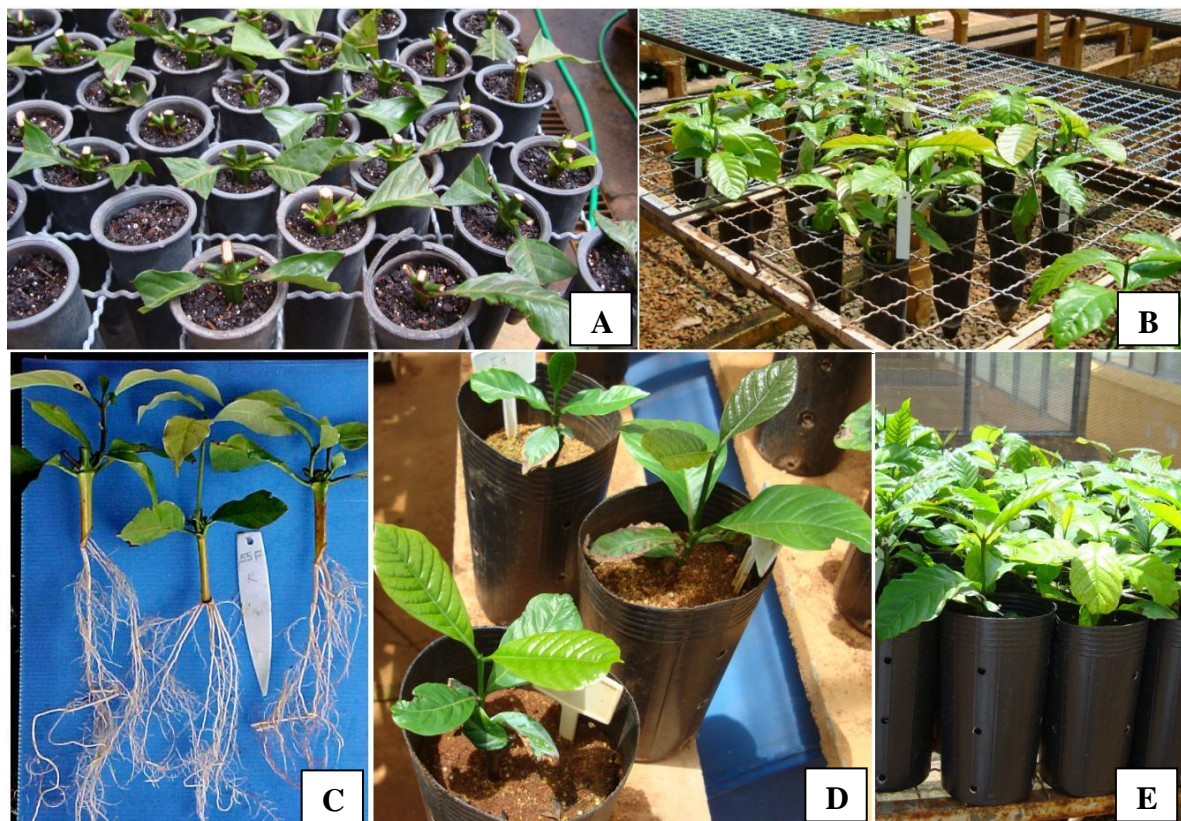


Figura 4 – Estacas recém colocadas para enraizar (A); Mudas em aclimação (B); Estacas já enraizadas (C); Estacas transplantadas para vasos (D); Mudas prontas para as infestações (E).

3.1.3 Coleta e criação dos insetos

Amostras de insetos foram coletadas de junho de 2008 à janeiro de 2009, nas localidades Cássia dos Coqueiros (SP), Mococa (SP), São Tomás de Aquino (MG), Cristais Paulista (SP) e Campinas (SP).. A identificação dos insetos foi realizada em treinamento no Laboratório de Controle Biológico de Pragas da EPAMIG-URES-M- EcoCentro, Lavras, MG,

sob a orientação dos pesquisadores Dra. Lenira V. C. Santa-Cecília e Dr. Ernesto Prado, e também na Facultad de Ciencias Naturales na Argentina, pela Dra. Maria Cristina Granara de Willink.

Abóboras Tetsukabuto (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) foram utilizadas como substrato para criação massal das cochonilhas, de acordo com método utilizado por ALVES (2006). Antes de serem infestadas as abóboras foram lavadas com água e sabão, com auxílio de uma esponja, e em seguida mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,2% por 5 minutos. Após secarem naturalmente, os frutos foram tratados com fungicida Fegatex® na concentração de 1 ml L⁻¹, aplicado com um pincel macio, para que tivessem maior durabilidade. Depois de secas, as abóboras foram infestadas com os insetos previamente identificados.

Para manutenção da criação, insetos de primeiro ou segundo instar eram transferidos de abóboras mais infestadas para novas abóboras. Para tanto, segmentos dos frutos contendo número variável de insetos foram recortados e dispostos sobre frutos sadios apoiados em anéis de PVC (Figura 5).

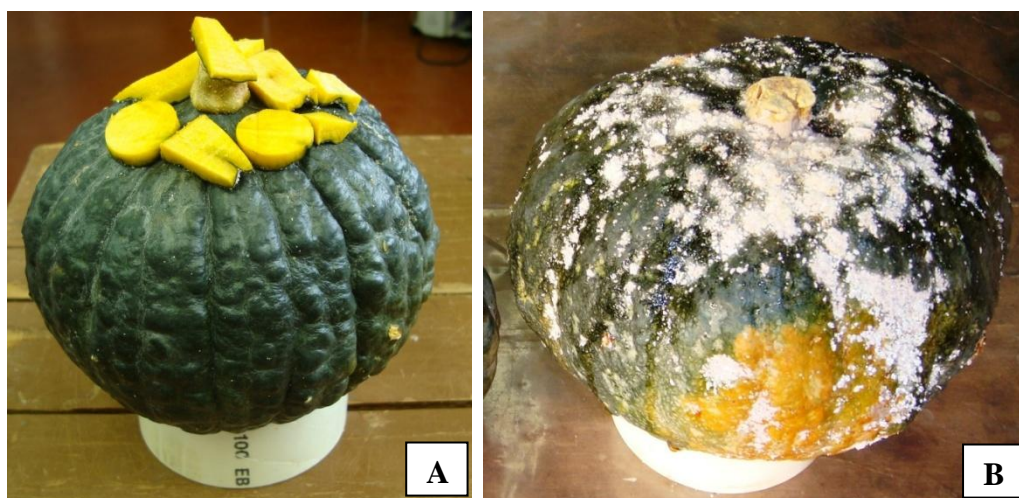


Figura 5 – Abóbora Tetsukabuto recém infestada com pedaços contendo ninfas (A). Abóbora aproximadamente 40 dias após a infestação (B).

A adoção desse procedimento permitiu a uniformização da idade dos insetos utilizados para infestação das mudas. De acordo com os procedimentos adotados, abóboras bem colonizadas apresentavam potencial para infestação de 10 a 15 mudas.

As abóboras infestadas foram mantidas no escuro, no interior de caixas plásticas pretas, em temperaturas próximas a 25 °C (Figura 6A e 6B), e umidade relativa próxima a 70%.



Figura 6 – Abóboras infestadas dentro de caixas plásticas (A). Caixas da criação de cochonilhas-da-raiz (B).

3.1.4 Infestação das mudas

As infestações das mudas clonais dos diferentes experimentos realizados e descritos detalhadamente no item 3.1.5, foram iniciadas no final do mês de agosto de 2009, quando as condições climáticas eram favoráveis ao desenvolvimento do inseto.

O método de infestação adotado foi adaptado do descrito por ALVES (2006), no qual discos com insetos (Figura 7A) foram recortados de abóboras infestadas oriundas da criação massal, utilizando-se para isto um vazador de rolhas, e em seguida depositados no colo (Figura 7B) de cada uma das mudas por aproximadamente três dias, até que os insetos se instalassem nas mudas. Discos contendo em torno de 50 insetos – ninfas de segundo e terceiro instar e fêmeas adultas de aproximadamente 50 a 60 dias foram utilizadas para as infestações.

Para evitar contaminação do inóculo por fungos e acelerar a migração dos insetos para as plantas, utilizou-se discos bem delgados desprovidos do mesocarpo dos frutos, para que secassem rapidamente, obrigando os insetos a procurar outra fonte de alimento. Durante esse período as regas das plantas também foram diminuídas, e assim que ocorria a infestação, os discos de abóbora, já sem os insetos eram retirados dos vasos.

As plantas dos diferentes experimentos foram reinfestadas mensalmente, a fim de garantir a infestação e a manutenção de população de cochonilhas em cada vaso.

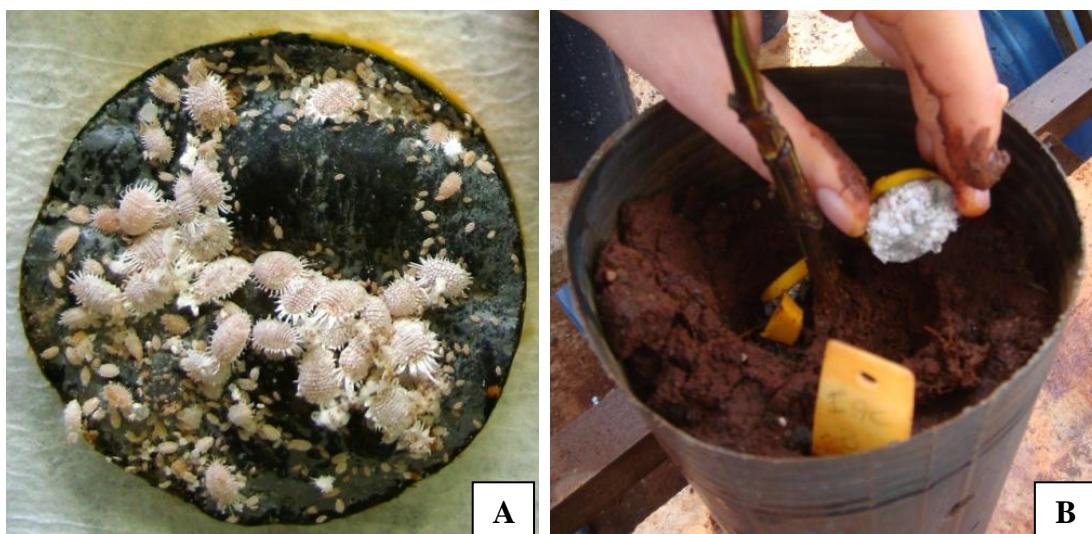


Figura 7 – Disco de aproximadamente 2,5 cm de diâmetro com fêmeas adultas e ninfas (A). Infestação das mudas (B).

3.1.5 Descrição dos experimentos

Com base na resistência apresentada à nematóides do gênero *Meloidogyne*, 13 clones de *C. canephora* foram selecionados para o estudo (Tabela 1). Alguns dos clones avaliados apresentam resistência múltipla a diferentes espécies, enquanto outros ainda encontram-se em fase de avaliação para uma ou outra espécie do gênero *Meloidogyne*.

Tabela 1 – Clones de *C. canephora* resistentes a diferentes espécies do gênero *Meloidogyne* selecionados para testes de resistência à *D. texensis*. Continua.

Clone	Espécie/ Cultivar	Descrição/Origem	Espécie						
			Me	Mp	MiI ₁	MiI ₂			
Experimento 1									
IAC 3	<i>C. canephora</i> cv Kouilou	Clone de planta selecionada em campo de seleção da Alta Paulista. Material derivado de semente da matriz IAC 68-5 da coleção de cafeeiros do IAC.	+	+	+	+			
IAC 15	<i>C. canephora</i> cv Robusta	Clone da planta C9A R1 do campo de seleção de Garça, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2291	+	+	+	+			

Continua...

Tabela 1 – Continuação

IAC 100	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone de planta selecionada em campo de seleção da Alta Paulista. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	+	+
Obatã IAC1669-20	<i>C. arabica</i> cv Obatã		-	-	-	-
Experimento 2						
EH 150	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone de planta selecionada em campo de seleção da Alta Paulista. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	+	+
EH 236	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone de cafeeiro selecionado em campo de seleção da Alta Paulista. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
EH 248	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone de cafeeiro selecionado em campo de seleção da Alta Paulista (Clemente). Material derivado por semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
Obatã IAC1669-20	<i>C. arabica</i> cv Obatã		-	-	-	-
Experimento 3						
IAC 5	<i>C. canephora</i> cv Kouilou	Clone de planta selecionada no campo de seleção de Herculândia, SP. Material derivado de semente da seleção 68-5 da coleção de cafeeiros do IAC.	+	+	+	+
EH 5	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone da Cova 3373 do campo de seleção de Tupi Paulista, SP. Material derivado por semente da seleção IAC 2258.	+	+	+	+
EH 7	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone da Cova 55 selecionada no campo experimental de Adamantina, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	+	+
EH 101	<i>C. canephora</i> cv Robusta	Clone da Cova 66 de campo de seleção de Adamantina, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
EH 168	<i>C. canephora</i> cv Robusta	Clone da planta Cova 66 de campo de seleção de Adamantina, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
EH 199	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone da planta Cova 55 de campo de seleção de Adamantina, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
EH 298	<i>C. canephora</i> cv Apoatã	Clone de planta de campo de seleção de Adamantina, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2258.	+	+	ND	ND
Obatã IAC1669-20	<i>C. arabica</i> cv Obatã		-	-	-	-
Experimento 4						
IAC 5	<i>C. canephora</i> cv Kouilou	Clone de planta selecionada no campo de seleção de Herculândia, SP. Material derivado de semente da seleção 68-5 da coleção de cafeeiros do IAC.	+	+	+	+
IAC 15	<i>C. canephora</i> cv Robusta	Clone da Cova 9A R1 do campo de seleção de Garça, SP. Material derivado de semente da seleção IAC 2291	+	+	+	+
IAC 20	<i>C. arabica</i> cv Mundo Novo		-	-	-	-

* EH = Clone selecionado em Herculândia (SP); ND = Não determinado; + = resistência já avaliada; Me = *Meloidogyne exigua*, Mp = *Meloidogyne paranaensis*, Mi = *Meloidogyne incognita*, I₁ = raças 2 e 3, I₂ = raças 1 e 4.

Antes do início das infestações, os clones foram agrupados de acordo com a altura das plantas e número de folhas, e deste modo, separados em diferentes experimentos.

3.1.5.1 Experimento 1

Neste experimento foram avaliados os clones IAC 3, IAC 15, IAC 100 de *C. canephora*, sendo a cultivar Obatã IAC 1669-20 da espécie *C. arabica*, usada como controle suscetível. No momento da primeira infestação, as mudas apresentavam média de $29 \pm 3,5$ cm de altura e $15 \pm 3,4$ folhas verdes, com aproximadamente 15 meses de idade. Foram utilizadas seis repetições, com parcelas constituídas de uma planta, no delineamento estatístico inteiramente casualizado, conforme modelo a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} = Efeito do $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator cultivar (α), na $j^{\text{ésima}}$ repetição

μ = média do experimento

α_i = $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (α)

e_{ij} = Efeito do erro na unidade experimental envolvendo o $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (α), e na $j^{\text{ésima}}$ repetição.

As infestações foram realizadas mensalmente a partir de agosto de 2009 (Tabela 2), conforme método descrito no item 3.1.4.

Tabela 2 – Número e origem dos insetos usados e data das infestações das plantas do Experimento 1.

Infestação	Data	Número de insetos	Origem dos insetos
1º	28/08/2009	30	São Tomás de Aquino, MG
2º	04/09/2009	10	São Tomás de Aquino, MG
3º	02/10/2009	40	São Tomás de Aquino, MG
4º	02/11/2009	40	São Tomás de Aquino, MG
5º	14/12/2009	40	São Tomás de Aquino, MG
Total		160	

3.1.5.2 Experimento 2

Os clones EH 150, EH 236, EH 248 de *C. canephora* foram avaliados em um segundo experimento, sendo a cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* usada como controle suscetível. As mudas dos clones avaliados apresentavam, no início do experimento, média de $18 \pm 3,7$ cm de altura e 10 ± 3 folhas verdes, com aproximadamente 12 meses de idade. Foram utilizadas seis repetições, com parcelas constituídas de uma planta, no delineamento experimental inteiramente casualizado, conforme modelo descrito no item 3.1.5.1.

As infestações também foram realizadas mensalmente, a partir de outubro de 2009 (Tabela 3) conforme método descrito no item 3.1.4.

Tabela 3 – Número e origem dos insetos usados e data das infestações das plantas do Experimento 2.

Infestação	Data	Número de insetos	Origem dos insetos
1°	02/09/2009	30	Campinas, SP
2°	04/10/2009	30	Campinas, SP
3°	10/11/2009	50	Campinas, SP
4°	11/12/2009	30	Campinas, SP
5°	29/12/2009	30	Campinas, SP
Total de insetos		170	

3.1.5.3 Experimento 3

No terceiro experimento foram avaliados os clones IAC 5, EH 05, EH 07, EH 101, EH 168, EH 199 e EH 298 de *C. canephora*. A cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* foi usada como controle suscetível. As mudas apresentavam média de 21 ± 4 cm de altura e 8 ± 3 folhas verdes no momento da infestação, com aproximadamente 12 meses de idade. Os clones foram agrupados em um novo experimento por apresentarem aparente desenvolvimento inferior em relação aos clones do experimento 2. No decorrer do tempo, tais diferenças se tornaram menos evidentes, mas mesmo assim os clones foram mantidos em experimentos separados. Foram utilizadas seis repetições, com parcelas constituídas de uma planta, no delineamento experimental inteiramente casualizado, conforme descrito no modelo apresentado no sub-item 3.1.5.1.

As infestações foram realizadas mensalmente a partir de outubro de 2009, conforme método descrito no item 3.1.4. (Tabela 4).

Tabela 4 – Número e origem dos insetos usados e data das infestações das plantas do Experimento 3.

Infestação	Data	Número de insetos	Origem dos insetos
1°	03/10/2009	50	Campinas, SP
2°	05/11/2009	60	Campinas, SP
3°	11/12/2009	30	Campinas, SP
4°	29/12/2009	30	Campinas, SP
Total de insetos		170	

3.1.6 Avaliações

3.1.6.1 Biometria da parte aérea

As avaliações foram realizadas no experimento 1 antes do início das infestações e 150 dias após a primeira infestação (DAI), 60 e 154 DAI no experimento 2, e 50 e 127 DAI no experimento 3, mediante cálculo de incremento: $(V_f - V_i)$

Onde: V_f = valor final e V_i = valor inicial

As seguintes variáveis foram mensuradas para cálculo de incremento:

Altura da planta – medida em centímetros, do solo até o meristema apical do ramo ortotrópico;

Diâmetro do caule – medida em milímetros realizada com a utilização de um paquímetro digital, a aproximadamente 5 cm do solo. Foram tomadas duas medidas e considerada a média entre elas.

Número de folhas verdes expandidas – contagem do número total de folhas das mudas clonais.

3.1.6.2 Acúmulo de massa seca de parte aérea

O acúmulo de massa seca de parte aérea foi mensurado somente em clones do experimento 1. A parte aérea das plantas foi seccionada na base do caule com tesoura de poda, em porções de aproximadamente 10 cm, as quais foram colocadas em sacos de papel.

As amostras passaram por uma pré-secagem em sala com ar condicionado por dois dias, e depois foram colocadas em estufa por três dias a 60° C até atingirem massa constante. As amostras foram pesadas antes e depois de secas.

3.1.6.3 Número de insetos por grama de massa seca de raiz (NIg^{-1} de raiz)

O número de insetos por grama de raiz (NIg^{-1} de raiz) foi calculado a partir da razão entre o número total de insetos observados na parcela e a massa seca da raiz. Essa variável foi analisada somente no experimento 1, cujas plantas foram necessariamente destruídas.

3.1.6.4 Enraizamento das estacas

A avaliação do nível de enraizamento foi realizada nos três experimentos, através de escala de notas atribuída visualmente. Para tanto os vasos plásticos foram cuidadosamente recortados, com o auxílio de estilete e tesoura de ponta fina, e removidos sem danos quaisquer aos torrões. Pontos de 1 a 10 foram atribuídos à quantidade de raiz aparente em todo perímetro do torrão (Figuras 8 e 9), sendo 1 a ausência completa de raízes aparentes no torrão e 10, ao revestimento interno quase completo do substrato.



Figura 8 – Torrões com as raízes expostas para avaliação do nível de enraizamento.



Figura 9 – Padrões de enraizamento observados em um clone de *C. canephora* (à esquerda) e na cultivar Obatã IAC 1669-20 (à direita).

3.1.6.5 Número de insetos

A contagem do número de insetos (NI) nos clones dos experimentos foi realizada a partir da identificação de fêmeas adultas e ninfas de segundo e terceiro instar, as quais são visualizadas com o uso de uma simples lupa (Figura 10).



Figura 10 – Detalhe do sistema radicular de cafeeiros avaliados em relação à presença de cochonilhas-da-raiz nas raízes da base do torrão.

Inicialmente avaliou-se o perímetro externo do torrão, as laterais e o fundo do vaso (Figura 10) e posteriormente o torrão foi cortado e desmanchado para contagem do número de insetos nas raízes principais e secundárias internas.

No segundo e terceiro experimentos foram realizadas somente contagens de insetos no exterior do torrão, uma vez que os clones serão novamente avaliados, sendo as avaliações destrutivas.

3.1.6.6 Classes de infestação

Nos três experimentos os clones foram avaliados quanto às classes de infestação (CI), mediante adaptação de método desenvolvido por VILADERBO & GUEROUT (1966) utilizado em avaliações do nível de infestação da espécie *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), a cochonilha-do-abacaxi (Tabela 5).

Tabela 5 – Classes de infestação por *D. texensis* de clones de *C. arabica*.

Classe de infestação	Observação
0	Ausência aparente de cochonilhas nas raízes
1	Presença de ninfas de 1º e 2º instar
2	Fêmeas adultas isoladas ou em pequenos grupos (2 ou 3) e algumas ninfas
3	Uma pequena colônia de menos de 10 fêmeas adultas mais ninfas
4	Uma ou mais colônias com muitas fêmeas (mais de 10) e ninfas
5	Muitas colônias por todo sistema radicular do cafeeiro.

3.1.7 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. As variáveis “Enraizamento de estacas” e “Classes de Infestação” (CI) foram analisadas pelo teste não paramétrico, Mann-Whitney, comparando-se a média do tratamento controle com a média de cada um dos clones de *C. canephora* avaliados.

3.2 Interação entre Cafeeiros e Nematóides, *Meloidogyne paranaensis* Goeldi

3.2.1 Local das experimentações

O experimento foi desenvolvido no Centro Experimental do IAC, Fazenda Santa Elisa, em Campinas, SP, em casa de vegetação do Centro de Café ‘Alcides Carvalho’.

3.2.2 Produção e enraizamento de mudas clonais

As mudas foram obtidas por propagação vegetativa, via estaquia, tendo como origem plantas matrizes de *C. canephora* selecionadas em áreas naturalmente infestadas por *M. paranaensis*, e da cultivar Mundo Novo IAC 515-20 de *C. arabica* utilizada como testemunha suscetível. As mudas foram formadas seguindo o mesmo procedimento descrito no item 3.1.2.

O substrato utilizado para plantio dos cafeeiros constituiu-se de uma mistura de solo argiloso e areia na proporção de 1:1 (v:v). A mistura foi fertilizada com 5 kg de superfosfato simples, e 0,5 kg de cloreto de potássio m⁻³, sendo posteriormente tratada com brometo de metila (150 cm³/m³) durante 72 horas. Quando prontas para transplante, as mudas foram colocadas em vasos plásticos de 14 litros, até atingirem 8 a 10 meses de idade para início do experimento.

3.2.3 Coleta e criação dos nematóides

Foram selecionadas como inóculo dos cafeeiros duas populações de *M. paranaensis* obtidas de raízes de cafeeiros arábicos infestados, provenientes de Cássia dos Coqueiros, SP (Mp1), região da Média Mogiana, a aproximadamente 1000 m de altitude, e de Herculândia, SP (Mp2), região da Alta Paulista, a 500 m de altitude. Trata-se de duas regiões paulistas com alta incidência da cochonilha-da-raiz (*D. texensis*).

As populações de nematóides foram caracterizadas e identificadas no Laboratório de Nematologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, utilizando-se para isto a diagnose bioquímica através dos fenótipos das esterases (Est P1) e de diagnose molecular com marcadores SCAR (Sequence-characterized amplified region), segundo o método proposto por CARNEIRO & ALMEIDA (2001) e RANDING et al. (2002).

As populações de *M. paranaensis* utilizadas no estudo foram mantidas e multiplicadas em casa de vegetação, em plantas de cafeeiro Mundo Novo IAC 515-20 e posteriormente em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* grupo Santa Cruz ou Kada).

3.2.4 Inoculação das mudas

Quando os cafeeiros apresentavam 40 a 60 cm de altura, as plantas foram inoculadas com uma suspensão de ovos obtida pela técnica de extração em hipoclorito de sódio (HUSSEY & BAKER, 1973).

A suspensão era mantida em agitação constante a fim de homogeneizar a distribuição dos ovos e juvenis no líquido. Desta foram retiradas alíquotas, por pipetagem, as quais foram colocadas em uma lâmina de contagem de Peters. A partir da observação das amostras em microscópio ótico, foram realizadas três estimativas para se obter o número médio de ovos por ml de solução.

A inoculação dos nematóides foi realizada 60 dias após o transplante dos clones dos cafeeiros para os recipientes plásticos, propiciando às plantas condições de produzirem raízes lisas, de segunda fase de desenvolvimento, preferidas para penetração de *M. exigua* e *M. incognita* (NAKASONO et al., 1980; JAEHN et al., 1983).

A inoculação foi realizada em 25 de novembro de 2008 pipetando-se uma suspensão aquosa com ovos no interior de orifícios abertos no substrato ao redor de cada cafeeiro, na região da rizosfera. A concentração do inóculo foi de 25.000 ovos planta⁻¹.

3.2.5 Descrição dos experimentos

Dois clones de *C. canephora*, IAC 5 e IAC 15, foram avaliados em relação à resistência apresentada à duas populações do nematóide *M. paranaensis*, Mp1 e Mp2. A cultivar Mundo Novo IAC 515-20, IAC 20, foi usada como controle suscetível. Cada tratamento foi dividido em dois grupos de plantas, sendo o primeiro inoculado (N) e o segundo não inoculado (N0) com nematóides. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas constituídas de uma planta.

As variáveis analisadas se relacionam às diferenças observadas entre os valores mensurados em cada um dos clones inoculados em relação aos não inoculados.

Os dados biométricos e aqueles relacionados à suscetibilidade hospedeira dos clones (NOg⁻¹ de raiz e ISH) também foram comparados entre clones inoculados com duas

populações de nematóides *M. paranaensis*, Mp1 e Mp2, oriundas de regiões cafeeiras distintas, afim de investigar a diferença de patogenicidade das mesmas, e conseqüentemente, uma possível variabilidade genética intraespecífica.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3 clones x 2 populações), com quatro repetições e parcelas representadas por uma planta, de acordo com modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{(ij)} + e_{ijk}; \text{ sendo:}$$

Y_{ijk} = Efeito do $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator nematóide (α), do $j^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (β), na $k^{\text{ésima}}$ repetição

μ = média do experimento

α_i = $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator nematóide (α)

β_j = $j^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (β)

$\alpha\beta_{(ij)}$ = efeito da interação entre o $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator nematóide (α) e o $j^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (β)

e_{ijk} = Efeito do erro na unidade experimental envolvendo o $i^{\text{ésimo}}$ nível do fator nematóide (α), do $j^{\text{ésimo}}$ nível do fator clone (β), na $k^{\text{ésima}}$ repetição.

3.2.6 Avaliações

3.2.6.1 Número de ovos e juvenis por grama de raiz (NOg-1)

Amostras de raízes dos cafeeiros foram coletadas aos 300 dias para quantificação do número de ovos e juvenis.

A população dos nematóides nas raízes dos cafeeiros foi avaliada a partir do número de ovos e juvenis (J2) presentes em cada amostra, utilizando-se o mesmo método de obtenção do inóculo. A quantificação foi realizada a partir de uma contagem do número de ovos e juvenis em alíquotas de 1 ml de solução, em lâmina de Peters. O número obtido da contagem foi multiplicado pelo volume de 80 ml, no qual foi ressuspenso o filtrado da solução obtida.

3.2.6.2 Biometria da parte aérea

Na ocasião da inoculação e 235 dias após inóculo foram tomadas as medidas da altura dos cafeeiros. A avaliação biométrica foi realizada a fim de mensurar a influência dos insetos no desenvolvimento das plantas, através de cálculo de incremento em altura (IA) obtido através da equação

$$IA = Af - Ai; \text{ onde}$$

Af = altura final e Ai = altura inicial

3.2.6.3 Acúmulo de massa seca de parte aérea

Aos 300 dias após a inoculação, os cafeeiros foram seccionados na altura de 50 cm e a parte aérea foi seca em estufa a 70° C até atingir massa constante. Estes dados foram utilizados para comparar o desenvolvimento de tratamentos inoculados e não inoculados, assim como o efeito das duas diferentes populações.

3.2.6.4 Índice de suscetibilidade hospedeira (ISH)

A partir do número de ovos por grama de raízes (NOg^{-1} de raiz) estimou-se o índice de suscetibilidade hospedeira (ISH), que é o número de ovos de cada tratamento, expresso em porcentagem do valor obtido para padrão suscetível, no caso, a cultivar Mundo Novo IAC 515-20, IAC 20, de *C. arabica*. Através desse parâmetro, adotou-se a seguinte classificação adaptada de FASSULIOTIS (1985):

Tabela 6 – Índice de suscetibilidade (ISH) apresentado pelos clones.

ISH (%)	Reação da planta	Designação
0	Imune	I
0,1 – 10,0	Resistente	R
10,1 – 25,0	Moderadamente resistente	MR
> 25,0	Suscetível	S

Neste estudo procurou-se conhecer a reação dos cafeeiros baseando-se no número de ovos e juvenis (J2) nas raízes, pois segundo LORDELLO (1981), GONÇALVES & FERRAZ

(1987), LORDELLO & LORDELLO (1987) E CARNEIRO (1993), há casos de cafeeiros infestados por *M. exigua* e *M. incognita* que praticamente não mostram galhas ou massas de ovos externas nas raízes.

A população final de nematóides nas plantas é normalmente avaliada a partir do número total de ovos e juvenis (J2) presentes no sistema radicular das plantas (OOSTENBRINK, 1966). Neste estudo a população foi estimada em amostras dos sistemas radiculares, pois os experimentos continuam sendo conduzidos para verificar o efeito da poda drástica da parte aérea, na expressão fenotípica da resistência e no comportamento dos cafeeiros suscetíveis e resistentes.

3.2.7 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coleta e Identificação das Populações de Cochonilhas-farinhentas em Diferentes Regiões Cafeeiras

Os resultados relacionados à identificação das diferentes populações de cochonilhas-farinhentas (Pseudococcidae) coletadas para uso no presente trabalho encontram-se na tabela 7.

Tabela 7 – Origem das diferentes populações de insetos avaliadas no trabalho.

Coleta	Data	Procedência	Hospedeiro	Material	Espécie
1	06/2008	Cássia dos Coqueiros (SP)	<i>C. canephora</i>	Raízes /cafeeiros adultos	<i>P. citri</i>
2	12/2008	Mococa (SP)	<i>C. canephora</i>	Raízes / cafeeiros adultos	<i>P. citri</i>
3	01/2009	São Tomás de Aquino (MG)	<i>C. canephora</i>	Raízes /cafeeiros adultos	<i>D. texensis</i>
4	01/2009	Cristais Paulista (SP)	<i>C. canephora</i>	Raízes / cafeeiros adultos	<i>D. texensis</i>
5	03/2009	Campinas (SP)	<i>C. arabica</i>	Raízes / mudas velhas	<i>D. texensis</i>

A primeira amostra de cochonilhas coletada, em Cássia dos Coqueiros, SP, foi identificada como *Planococcus citri*, cochonilha semelhante morfológicamente a *Dysmicoccus texensis*, e facilmente confundida, mas que ataca as folhas e rosetas do cafeeiro.

Como os insetos haviam sido coletados em raízes de cafeeiros e retirados de criptas, que são sintomas característicos da espécie *D. texensis*, possivelmente outra espécie ocorreu nas raízes do cafeeiro. SANTA-CECÍLIA et al. (2007) afirmam que nos meses de inverno, e/ou estações secas do ano, *P. citri* mobiliza-se e aloja-se nas raízes do cafeeiro, onde se alimenta. Como a coleta foi realizada em junho de 2008, é possível que isso possa ter acontecido.

Indivíduos da amostra proveniente de Mococa, SP, foram identificados como *P. citri* e as cochonilhas coletadas em São Tomás de Aquino (MG), Cristais Paulista (SP) e Campinas (SP) foram identificadas como pertencentes à espécie *D. texensis*.

Populações de *D. texensis* das coletas realizadas em São Tomás de Aquino e Campinas foram selecionadas e multiplicadas para uso nos experimentos deste trabalho.

4.2 Criação Massal dos Insetos

A multiplicação dos insetos foi iniciada em brotos de batata conforme método desenvolvido por NAKANO (1972), uma vez que foi utilizada com êxito por GARCIA (1991) e ANDALÓ et al. (2004) em pesquisas com a biologia do inseto.

No entanto, houve grande dificuldade de obtenção de tubérculos brotados e sadios. Diversos experimentos preliminares foram realizados com intuito de avaliar a eficácia da indução química pela aplicação de giberelina, de choques térmicos e da proteção dos tubérculos contra a incidência de luz, todos visando à brotação dos tubérculos de tamanhos variáveis. Nenhum dos métodos garantiu resultados satisfatórios.

Quando os tubérculos brotavam, sua vida útil não ultrapassava 30 dias, sendo na maioria das vezes bem inferior a isso, já que apodreciam com grande facilidade, possivelmente em decorrência de infecções bacterianas e fúngicas, devido à produção de exudatos das colônias de cochonilha, ou à contaminação prévia dos tubérculos usados. Os tubérculos também foram alvo de oviposição de dípteros. Talvez o uso de maior quantidade de insumos agrícolas, ou o uso de algum procedimento pós-colheita também possa ter contribuído para uma menor durabilidade dos tubérculos de batata.

Durante meses, a manutenção da criação foi possível apenas pela transferência frequente de insetos das batatas em putrefação para batatas recém brotadas. Os brotos quase

sempre pouco desenvolvidos não garantiam alimento suficiente para a quantidade de insetos presente. A criação permaneceu estagnada, com crescimento e multiplicação limitados, sendo a técnica considerada de baixa eficiência para multiplicação dos insetos.

É provável que os trabalhos de NAKANO (1972) e GARCIA (1991), que utilizaram tubérculos de batata, tiveram êxito por utilizar cultivares distintas das que se encontram atualmente no mercado, ou pelo fato dos autores não precisarem de grande quantidade de cochonilhas, uma vez que se tratavam de estudos da biologia do inseto. É também possível que produtos químicos aplicados por produtores na cultura interfiram na multiplicação das cochonilhas.

Devido a essa grande dificuldade, foi necessário modificar o método inicialmente proposto. A multiplicação das cochonilhas foi assim realizada em abóboras Tetsukabuto (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*), de acordo com método utilizado por ALVES (2006), e que vem sendo utilizado com sucesso por outros grupos de pesquisa para criação de diferentes espécies de cochonilhas (LOAYZA et al., 2003; ROCHA et al., 2006; SANTA-CECÍLIA et al., 2008).

Assim, insetos remanescentes dos tubérculos foram transferidos para as abóboras, de acordo com procedimento descrito em 3.1.3, sendo que o uso do novo substrato contribuiu para o rápido estabelecimento de uma grande criação dos insetos.

Dessa forma, os frutos infestados mantidos em caixas plásticas ao abrigo de luz eram quase inteiramente colonizados em aproximadamente 60 dias, e apresentavam potencial de inóculo para cerca de 10 a 15 mudas clonais (Figura 4B).

4.3 Interação entre Cafeeiros e Cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis*

A reação de clones de *C. canephora* à infestação por cochonilhas-da-raiz da espécie *D. texensis* foi avaliada em três experimentos distintos, cujos resultados são apresentados a seguir.

4.3.1 Experimento 1

O nível de enraizamento, neste e nos demais experimentos do item 4.3, foi avaliado a fim de correlacioná-lo com o número de insetos presentes no sistema radicular dos clones, partindo-se da hipótese de que maior quantidade de raiz poderia permitir maior

disponibilidade de alimento para os insetos, e assim, melhores condições de desenvolvimento, reprodução e conseqüentemente de colonização das raízes.

Foram realizadas duas avaliações do experimento, sendo a primeira 95 dias após a primeira infestação (DAI), com quatro infestações, e a segunda 150 dias após a infestação inicial dos clones, e trinta dias após a quinta infestação (Tabela 8).

Na primeira avaliação, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o nível de enraizamento dos clones de *C. canephora* quando comparados com o controle Obatã 1669-20 através do teste de Mann-Whitney, tendo as médias variado entre 7,16 (Obatã IAC 1669-20) e 7,66 (IAC 100).

Tabela 8 – Análise comparativa entre o nível de enraizamento de cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 95 e 150 dias após a infestação (DAI) pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Tratamentos	Nível de Enraizamento	
	95 DAI	150 DAI
	Média (P*)	
IAC 3	7,33 (0,469)	8,00 (0,197)
IAC 15	7,50 (0,409)	8,33 (0,066)
IAC 100	7,66 (0,531)	8,17 (0,120)
Obatã IAC 1669-20	7,16	7,00

*P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

Na segunda avaliação, realizada 150 dias após a primeira infestação, os clones de *C. canephora* apresentaram maiores médias de nível de enraizamento que o controle Obatã IAC 1669-20 o qual apresentou menor quantidade de raiz aparente na superfície externa do torrão. O clone IAC 15 foi o que apresentou maior nível de enraizamento, diferindo estatisticamente do controle ($p = 0,066$).

Deve-se salientar que as mudas da cultivar Obatã IAC 1669-20 foram obtidas a partir de sementes, enquanto as dos demais tratamentos são oriundas de estacas de ramos ortotrópicos de matrizes de *C. canephora* selecionadas pela resistência apresentada à nematóides do gênero *Meloidogyne*. A diferença observada pode estar relacionada à origem das mudas e à característica de enraizamento própria da espécie.

Nas análises referentes à população dos insetos nas plantas (Tabela 9) realizada 95 DAI, maior número de insetos (NI), fêmeas adultas e ninfas de segundo e terceiro instar, foi observado no clone IAC 15, sendo quase quatro vezes maior do que aqueles observados no clone IAC 3 e em Obatã IAC 1669-20 (Tabela 9). O número de insetos no clone IAC 100 (3,33), não diferiu estatisticamente do observado no clone IAC 3 (1,33) e no controle Obatã IAC 1669-20 (1,66).

O maior valor médio para classe de infestação (CI), na primeira avaliação foi atribuído ao clone IAC 15, que apresentou início de formação de colônias, com aglomeração de algumas fêmeas - menos de 10 - enquanto que nos outros tratamentos foram observadas apenas fêmeas isoladas ou em grupos de duas ou três (Tabela 9). O clone IAC 100 não diferiu estatisticamente do controle ($p > 0,1$).

Tabela 9 – Número total de insetos (fêmeas adultas e ninfas de 2º e 3º instar) de *D. texensis* nos clones (NI), número de insetos por grama de raiz seca (NI g raiz⁻¹) e classes de infestação (CI) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 95 e 150 dias após a infestação (DAI).

Tratamentos	NI			CI	
	95 DAI	150 DAI	150 DAI	95 DAI	150 DAI
	nº		NIg raiz ⁻¹	Média (P*)	
IAC 3	1,33 b	29,33 a	2,59 a	2,00 (0,197)	1,67 (0,013)
IAC 15	5,33 a	32,50 a	2,77 a	3,33 (0,155)	1,83 (0,001)
IAC 100	3,33 ab	40,50 a	3,32 a	2,50 (0,469)	2,33 (0,066)
Obatã IAC 1669-20	1,66 b	28,83 a	2,60 a	2,16	2,50
CV%	41,8	36,8	31,8		

Médias de tratamentos seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Os dados das variáveis NI, NIg raiz⁻¹ foram transformados em $(x + 0,5)^{0,5}$. *P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

O período de 95 dias compreendido entre a primeira infestação e a primeira avaliação permite, teoricamente, a ocorrência de pelo menos um ciclo vital de *D. texensis* que varia entre 50 a 60 dias em condições ótimas de temperatura e umidade. Até sessenta dias antes desta avaliação, os clones haviam recebido 80 insetos em infestações periódicas de 30 a 40 fêmeas adultas em fase de pré-oviposição e ninfas de terceiro instar. A partir dos resultados obtidos é possível afirmar que houve uma baixa sobrevivência e reprodução das cochonilhas-

da-raiz, que podem ser devidas às condições climáticas não controladas dentro da casa de vegetação, à má adaptação dos insetos ao novo substrato – denominada processo de aprendizagem - ou a colonização ineficiente de formigas do gênero *Solenopsis*, as quais foram encontradas esporadicamente nas plantas deste experimento.

Na segunda avaliação do experimento 1 não foram observadas diferenças relacionadas à quantidade de insetos, NI, e número de insetos por grama de raiz fresca (NIg raiz⁻¹) entre os tratamentos (Tabela 9).

O número de insetos observados nos tratamentos na segunda avaliação foi bastante superior aqueles mensurados na primeira, mas ainda reduzido em função do número total de fêmeas (120) utilizadas nas infestações periódicas, até 60 dias antes da contagem.

Aos 150 DAI, os clones de *C. canephora* apresentaram médias de CI inferiores e estatisticamente diferentes à média do controle, sendo que os clones IAC 3 e IAC 15 apresentaram as menores médias (1,67 e 1,83).

As diferenças em NI e em CI observadas entre os clones na primeira e segunda avaliações foram pouco significativas, evidenciando a importância, ou necessidade de maior período para avaliação dos clones, já que a diferença apresentada por eles na primeira avaliação foi suprimida na segunda. É possível que as diferenças inicialmente verificadas sejam de natureza ambiental, relacionadas à idade ou desenvolvimento das plantas e não exatamente à reação de resposta de um ou outro genótipo aos insetos.

Entretanto, estimando-se o crescimento da população através da razão entre o NI observado na 2ª avaliação e o NI da 1ª avaliação, foi possível encontrar algumas diferenças, como o maior aumento de população observado no clone IAC 3 (22 vezes), sendo superior à cultivar Obatã 1669-20, sabidamente suscetível (17,4 vezes). No clone IAC 100 a população aumentou em 12 vezes.

Surpreendentemente, o menor aumento da população de insetos, apenas 6,1 vezes, foi observado no clone IAC 15, clone promissor no que refere à resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne*. Tal observação sugere que apesar de apresentar alto NI na primeira avaliação, no decorrer do tempo pode ter apresentado um mecanismo que dificultou o desenvolvimento biológico e a reprodução dos insetos.

As variáveis nível de enraizamento e número total de insetos (NI) apresentaram baixos coeficientes de correlação, na primeira ($r = 0,04$) e na segunda ($r = 0,05$) avaliação. Os baixos valores indicam que são variáveis independentes e a causa provável da diferença no crescimento da população não deve estar relacionada à quantidade de raízes das plantas, e sim

a alguma propriedade química ou nutricional das plantas, ou até mesmo à variabilidade de fecundidade das cochonilhas em um dado substrato.

Não foram observadas diferenças significativas nas análises de variância das variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo dos clones IAC 3, IAC 15 e IAC 100 (Tabela 10). As médias do incremento em altura (IA) variaram entre 5,82 (Obatã IAC 1669-20) e 8,03 (IAC 15); do incremento em diâmetro do caule (ID) variaram entre 3,49 (IAC 15) a 3,96 (Obatã IAC 1669-20); do incremento em número de folhas (IF) variaram entre 24,17 (IAC 15) a 26,67 (Obatã IAC 1669-20) e para o acúmulo de massa seca de parte aérea (MSPA) os valores variaram entre 21,16 (Obatã IAC 1669-20) a 23,70 (IAC 15).

GARCIA (1991) mensurou a altura da planta, o diâmetro do caule e o número de folhas antes de realizar a infestação e 12 meses depois, a fim de avaliar o comportamento de plantas infestadas e não infestadas e verificou que a instalação e desenvolvimento da colônia de *D. texensis*, até então classificada como *D. cryptus*, induziam modificações no crescimento das plantas. Segundo o autor, as testemunhas apresentavam em média 8 cm a mais que as plantas infestadas, e um crescimento, ou manutenção de folhas 11 vezes maior (77 contra 6,8).

Tabela 10 – Médias do incremento em altura (IA), incremento em diâmetro do caule (ID), incremento em número de folhas (IF) e acúmulo de massa seca de parte aérea (MSPA) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* 0 e 150 dias após a infestação.

Tratamentos	IA	ID	IF	MSPA
	cm	mm	n°	g
IAC 3	7,05 a	3,62 a	25,83 a	21,88 a
IAC 15	8,03 a	3,49 a	24,17 a	23,70 a
IAC 100	6,63 a	3,61 a	25,00 a	23,48 a
Obatã IAC 1669-20	5,82 a	3,96 a	26,67 a	21,16 a
CV(%)	47,0	11,7	28,8	10,88

Médias dos tratamentos seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Devido à indisponibilidade de maior número de estacas, não utilizamos plantas sem infestação para os tratamentos, não sendo possível, portanto avaliar o papel dos clones, ou interferência, na reprodução dos insetos, ou dos insetos no desenvolvimento dos clones a partir destes dados.

4.3.2 Experimento 2

No experimento 2 também foram realizadas duas avaliações. Aos 90 DAI, maior enraizamento foi observado em mudas do clone EH 236 (6,50), o qual diferiu estatisticamente do controle ($p=0,066$).

Na segunda avaliação, realizada 154 dias após a primeira infestação, plantas do clone EH 236 continuaram apresentando maior nível de enraizamento (Tabela 11), diferindo estatisticamente da cultivar Obatã IAC 1669-20 ($p=0,021$).

Tabela 11 – Análise comparativa entre o nível de enraizamento de cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 90 e 154 dias após a infestação (DAI) pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Tratamentos	Nível de Enraizamento	
	90 DAI	154 DAI
	Média (P*)	
EH 150	5,33 (0,409)	7,33 (0,294)
EH 236	6,50 (0,066)	8,33 (0,021)
EH 248	5,50 (0,531)	7,33 (0,294)
Obatã IAC 1669-20	5,00	6,50

*P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

Apesar do menor nível de enraizamento, maior número médio de insetos foi observado na primeira avaliação em parcelas do tratamento controle (2,33), que também não diferiu estatisticamente da média do clone EH 236 (Tabela 12).

Assim como o ocorrido no experimento 1, número reduzido de insetos foi observado nos tratamentos em função do total de insetos (60 fêmeas) utilizados para infestação no período compreendido até 64 dias antes da avaliação.

Tabela 12 – Número total de insetos (fêmeas adultas e ninfas de 2º e 3º instar) de *D. texensis* nos clones (NI) e classes de infestação (CI) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 95 e 150 dias após a infestação (DAI).

Tratamentos	NI		CI	
	90 DAI	154 DAI	90 DAI	154 DAI
			—— Média (P*) ——	
EH 150	0,16 b	2,17 b	0,33 (0,004)	1,33 (0,001)
EH 236	1,67 ab	4,83 b	1,16 (0,047)	1,33 (0,013)
EH 248	0,33 b	2,33 b	0,50 (0,008)	1,00 (0,001)
Obatã IAC 1669-20	2,33 a	17,50 a	1,67	2,33
CV(%)	44,0	44,4		

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Os dados da variável NI foram transformados em $(x + 0,5)^{0,5}$. *P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

Na segunda avaliação maior número de insetos foi novamente observado em raízes da cultivar Obatã IAC 1669-20 (17,5). Valores inferiores e estatisticamente diferentes da testemunha, variando entre 2,17 e 4,83 foram encontrados em raízes dos clones de *C. canephora*, sem que houvesse diferenças significativas entre eles.

Os tratamentos apresentaram comportamento semelhante nas duas avaliações, sendo o aumento em NI pouco expressivo em relação ao total de 130 insetos utilizados para infestação, e a população de insetos bem inferior à observada no experimento 1.

A diferença observada entre os clones de *C. canephora* e o controle Obatã-1669-20 para a variável classes de infestação (CI) encontrada na primeira avaliação foi mantida na segunda. Contudo, tal diferença é muito sutil, e não permite a diferenciação dos tratamentos, uma vez que a nota máxima atribuída nas avaliações foi apenas 3, correspondente à formação de pequenas colônias com até 10 fêmeas, principalmente nas parcelas da testemunha suscetível Obatã IAC 1669-20.

A partir da análise simultânea das variáveis número total de insetos (NI) e enraizamento das plantas, nota-se que cinco meses após a infestação a cultivar Obatã IAC 1669-20 apresentou menor desenvolvimento do sistema radicular (6,50) e maior número de insetos (17,5) na superfície externa aparente dos torrões em relação ao clone EH 236, que apresentou sistema radicular mais abundante (8,33) e menor índice de infestação, com média de 4,83 insetos por parcela.

O aumento da população de insetos foi calculado da mesma forma descrita no experimento 1, através da razão entre o NI observado na 2ª avaliação e o NI da 1ª avaliação. O clone EH 150 apresentou o maior aumento na população (13,5 vezes), superior ao apresentado pelo clone EH 248 e a cultivar Obatã IAC 1669-20 (7,06 e 7,51).

O menor aumento na população de insetos foi observado no clone EH 236 (2,89), que também apresentou bons resultados para enraizamento e para as variáveis relacionadas à quantidade de insetos.

Parece porém razoável supor que períodos maiores de tempo são necessários para que eventuais diferenças relacionadas à sensibilidade hospedeira seja evidenciada, uma vez que essas diferenças não foram observadas na 1ª avaliação realizada três meses após a primeira infestação. Por essa razão, as mudas dos experimentos 2 e 3 não foram destruídas como realizado no 1º experimento. Elas serão reavaliadas oportunamente.

O número de insetos observado nos clones deste experimento foi bem inferior ao apresentado pelos clones do experimento 1, até mesmo em plantas do controle suscetível. Tal fato confirma a importância do desenvolvimento vegetativo e radicular das plantas, já que as plantas deste experimento são aproximadamente três meses mais jovens que as plantas do primeiro, e evidencia a necessidade de melhoria no método de infestação e manutenção da colônia de *D. texensis* na planta, fator muito variável e de difícil acompanhamento ao longo do tempo.

A análise estatística das variáveis referentes ao desenvolvimento vegetativo das plantas é apresentada tabela 13.

Tabela 13 – Médias do incremento em altura (IA), incremento em diâmetro do caule (ID), incremento em número de folhas (IF) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* 60 e 154 dias após a infestação.

Tratamentos	IA	ID	IF
	cm	mm	nº
EH 150	3,63 a	0,75 b	12,5 a
EH 236	5,00 a	1,30 b	7,83 ab
EH 248	3,58 a	1,16 b	6,17 b
Obatã IAC 1669-20	3,33 a	2,26 a	6,33 b
CV(%)	37,6	44,1	47,22

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

O incremento no diâmetro do caule (ID) foi superior na cultivar Obatã IAC 1669-20 (2,26) quando comparado aos clones de *C. canephora* (Tabela 13), provavelmente devido à origem das mudas, por semente.

O clone EH 150 apresentou maior incremento no número de folhas (12,5) não diferindo, porém estatisticamente do clone EH 236 (7,8). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos no incremento de altura das plantas (Tabela 13).

Assim, no período de tempo avaliado, não parece ser razoável realizar inferências sobre o papel do vigor das plantas no desenvolvimento e reprodução dos insetos, uma vez tais fatores parecem comportar-se independentemente. Além disso, é indispensável que nos próximos experimentos sejam incluídos tratamentos sem infestação para facilitar a identificação de sintomas e interferência dos insetos no desenvolvimento dos cafeeiros.

4.3.3 Experimento 3

Na primeira avaliação do experimento 3 realizada 65 dias após a primeira infestação, todos os clones de *C. canephora* apresentaram níveis similares de enraizamento (Tabela 14) com médias variando entre 5,5 (EH 5) e 6,33 (EH 7, EH 101, EH 168 e EH 298).

Tabela 14 – Análise comparativa entre o nível de enraizamento de cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 65 e 127 dias após a infestação (DAI) pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Tratamentos	Nível de Enraizamento	
	65 DAI	127 DAI
	Média (P*)	
IAC 5	6,17 (0,001)	7,16 (0,350)
EH 5	5,50 (0,197)	7,83 (0,409)
EH 7	6,33 (0,001)	7,00 (0,197)
EH 101	6,33 (0,013)	7,83 (0,294)
EH 168	6,33 (0,032)	8,00 (0,294)
EH 199	5,83 (0,032)	6,83 (0,350)
EH 298	6,33 (0,013)	8,16 (0,155)
Obatã IAC 1669-20	4,67	6,66

*P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

A testemunha, a cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* apresentou média de 4,67 na escala de 1 a 10, adotada para avaliação, diferindo significativamente dos clones de *C. canephora* (Tabela 14). Resultados semelhantes foram observados na segunda avaliação do experimento realizada 127 dias após a 1ª infestação. A cultivar Obatã IAC 1669-20 apresentou a menor média dos tratamentos, enquanto o clone EH 298 apresentou a maior média. Os demais clones avaliados neste experimento apresentaram médias intermediárias à do controle e do clone EH 298. (Tabela 14).

As médias das variáveis NI e CI foram mais elevadas na segunda avaliação (Tabela 15). Quatro meses após a infestação, os menores valores da variável NI foram observados nos clones EH 7 (0,83) e EH 101 (1,33) que também apresentaram reduzidos valores de CI, apresentando características promissoras para avanço em testes de seleção para resistência à cochonilha-da-raiz, *D. texensis* (Tabela 15), especialmente pela manutenção do desempenho observado na primeira avaliação.

Os clones IAC 5, EH 5 e EH 199 comportaram-se de maneira semelhante aos clones citados anteriormente, uma vez que suas médias de NI não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Tabela 15 – Número total de insetos (fêmeas adultas e ninfas de 2º e 3º instar) de *D. texensis* nos clones (NI) e classes de infestação (CI) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* avaliados 65 e 127 dias após a infestação (DAI).

Tratamento	NI		CI	
	65 DAI	127 DAI	65 DAI	127 DAI
			———— Média (P*) ————	
IAC 5	0,33 b	2,00 c	0,16 (0,004)	1,16 (0,013)
EH 5	0,50 b	2,16 c	0,50 (0,013)	1,00 (0,004)
EH 7	0,00 b	0,83 c	0,00 (0,001)	0,50 (0,013)
EH 101	0,00 b	1,33 c	0,00 (0,001)	0,66 (0,004)
EH 168	0,16 b	10,33 a	0,33 (0,004)	2,00 (0,032)
EH 199	0,50 ab	2,00 c	1,00 (0,066)	1,33 (0,013)
EH 298	0,16 b	4,66 bc	0,33 (0,004)	1,50 (0,066)
Obatã IAC 1669-20	1,33 a	8,83 ab	1,33	1,83
CV(%)	33,0	52,3		

Médias dos tratamentos seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. *P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney.

Os maiores valores das variáveis NI e CI foram observados na 2ª avaliação no clone EH 168 (10,33), que também apresentou maior aumento da população (64,5 vezes), e na cultivar Obatã IAC 1669-20, indicando boa eficiência como controle suscetível. O clone EH 298 também apresentou elevado crescimento da população de insetos (29,12 vezes).

Os clones IAC 5, EH 5, EH 199 e o controle Obatã apresentaram reduzido aumento da população de cochonilhas-da-raiz (6,06; 4,32; 4,00 e 6,64 respectivamente), sendo ainda menor ainda o aumento observado nos clones EH 7 e EH 101 (0,83 e 1,33).

As diferenças observadas entre as médias dos tratamentos para a variável CI, apesar de pouco expressivas, permitiram diferenciar a cultivar Obatã IAC 1669-20 dos clones de *C. canephora* na primeira avaliação, os quais apresentaram médias inferiores à do controle. Na segunda avaliação, os clones avaliados também diferiram do controle, e o clone EH 168 apresentou média superior à da cultivar Obatã IAC 1669-20.

Clones com bom desenvolvimento vegetativo (Tabela 16) IAC 5, EH 7, EH 101 e EH 199 apresentaram baixos valores de NI.

Tabela 16 – Médias do incremento em altura (IA), incremento em diâmetro do caule (ID), incremento em número de folhas (IF) avaliados em cafeeiros das espécies *C. canephora* e *C. arabica* 50 e 127 dias após a infestação.

Tratamentos	IA	ID	IF
	cm	mm	nº
IAC 5	5,78 a	1,73 ab	11,67 abc
EH 5	3,00 b	0,99 bc	7,83 cd
EH 7	5,62 a	0,91 c	12,83 ab
EH 101	4,25 ab	1,33 abc	9,67 abcd
EH 168	3,15 b	1,06 bc	13,67 a
EH 199	5,53 a	1,26 bc	7,83 cd
EH 298	3,25 b	1,63 abc	5,50 d
Obatã IAC 1669-20	3,50 b	2,04 a	8,33 bcd
CV(%)	40,0	46,4	43,4

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Já para ID ocorreu o contrário, sendo que o controle apresentou maior crescimento que os clones considerados de interesse, confirmando o ocorrido nos experimentos anteriores.

Com relação ao desenvolvimento vegetativo das plantas, maiores valores referentes ao incremento em altura foram observados nos clones IAC 5 (5,78), EH 7 (5,62), EH 199 (5,53) e EH 101 (4,25) enquanto médias mais baixas foram encontradas na testemunha (3,5) e nos clones EH 5 (3,0), EH 168 (3,15) e EH 298 (3,25). O clone EH 168 foi o que apresentou maior média de incremento em número de folhas (IF), seguido dos clones EH 7 e IAC 5 (Tabela 16).

O comportamento aleatório dos tratamentos em relação às variáveis indicativas da quantidade de insetos (NI e CI) e de desenvolvimento vegetativo (nível de enraizamento, IA, ID e IF) indica baixa correlação entre elas.

A julgar pelos dados obtidos, a natureza da resistência ou suscetibilidade de cafeeiros à cochonilha-da-raiz provavelmente deve estar relacionada à fatores genéticos mais relacionados à produção de metabólitos secundários, ou à qualidade de produtos nutricionais, do que aos relacionados ao vigor da planta.

Os clones EH 7, EH 101, IAC 5 e EH 5 destacaram-se nas duas avaliações do experimento 3 com reduzidos valores de NI, CI e reduzido crescimento da população observada na 1ª avaliação, indicando fonte promissora para prospecção de material com resistência à praga. Entretanto ainda deverão ser realizados estudos mais aprofundados, especialmente em ensaios de campo, ou em laboratório sob maior pressão de insetos, além das avaliações das mesmas plantas que serão realizadas tardiamente.

De acordo com a escassa literatura publicada sobre o assunto, a cultivar Apoatã IAC 2258 de *C. canephora*, usada como porta-enxerto em lavouras de *C. arabica* é considerada suscetível em relação aos danos provocados por *D. texensis* (SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

No entanto, os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que apesar dos níveis mais elevados de infestação em clones como EH 298, derivado da seleção IAC 2258, níveis reduzidos de multiplicação da praga foram observados em outros clones da mesma seleção como EH 236, EH7 e EH 5.

Variabilidade de resposta também foi observada em relação a clones derivados da seleção IAC 2291 da cultivar Robusta de *C. canephora*, sendo maior o número de insetos em raízes do clone EH 168 em relação ao clone EH 101.

C. canephora é uma espécie diplóide e alógama (MENDES, 1949) com sistema de incompatibilidade do tipo gametofítico (CONAGIN & MENDES, 1961) que impede a autofecundação de indivíduos com o mesmo genótipo. Por uma razão a seleção IAC 2258

abriga grande variabilidade para diversas características, especialmente àquelas não analisadas por ocasião da seleção de cultivar porta-enxerto.

A quantidade de cochonilhas observada no experimento 1 foi bem superior à observada nos clones dos experimentos 2 e 3, devido provavelmente ao maior desenvolvimento das plantas desses clones, aproximadamente 3 meses mais velhos, mostrando maior capacidade de prover condições para aumento da população dos insetos.

Estes resultados corroboram as observações de GARCIA (1991), que afirma que instalação da colônia está intimamente ligada a idade das plantas, e que plantas de *C. arabica* a partir de 20 meses de idade apresentaram condições propícias ao desenvolvimento da população. O autor utilizou mudas obtidas por sementes, o que é normalmente realizado para multiplicação de cultivares de *C. arabica*, uma espécie autógama, estabelecendo essa idade como padrão para as demais espécies testadas em seus experimentos, *C. canephora* e *C. excelsa*.

Vale lembrar que as plantas obtidas por sementes passam por uma fase juvenil, o que não ocorre em mudas obtidas por clonagem via estaquia, originadas a partir de ramos ortotrópicos, tecidos já maduros de matrizes selecionadas. A utilização de plantas um pouco mais jovens nos experimentos partiu do pressuposto de que estas já possuíam características essenciais ao desenvolvimento dos insetos, levando em conta também a característica de maior desenvolvimento do sistema radicular de *C. canephora* em relação à *C. arabica*. No entanto, tais atributos não foram suficientes no sentido de condicionar níveis elevados de infestação.

Salvo as suas particularidades, como a idade das mudas utilizadas, os experimentos apresentaram número de insetos muito reduzido em comparação aos observados por GARCIA (1991), em média 2951 em *C. arabica*, cultivar Caturra, e 186 em *C. canephora*.

ALVES (2006) observou níveis de infestação mais próximos aos obtidos em nossos experimentos, quando testava a eficiência do uso de nematóides entomopatogênicos para o controle da cochonilha-da-raiz. Utilizou mudas de *C. arabica* cultivar Mundo Novo de 12 meses de idade, e aplicou seus tratamentos 60 dias após a infestação por *D. texensis*, observando 17 ± 4 insetos nas testemunhas.

O experimento de ALVES (2006), assim como o presente trabalho, foi realizado em casa de vegetação, onde não há controle absoluto de variáveis como temperatura, luminosidade e umidade, que interferem diretamente no ciclo biológico das plantas hospedeiras e dos insetos. Os resultados de GARCIA (1991) podem estar também

relacionados a esse fato, já que condições ambientais favoráveis podem garantir melhor desenvolvimento, reprodução dos insetos e colonização do sistema radicular.

Apesar da grande diferença encontrada no tamanho da população de insetos entre nossos experimentos e os de GARCIA (1991), quatro meses após a infestação as plantas da maioria dos clones avaliados nos experimentos 1, 2 e 3 começaram a apresentar amarelecimento das folhas e murcha frequente, assim como o observado pelo autor. As plantas foram adubadas duas vezes, respectivamente com fosfato monoamônico (MAP) e com o adubo de liberação lenta (Osmocote – 19:6:10), e não apresentaram melhora dos sintomas. Um a dois meses depois, os clones começaram a apresentar queda de folhas secas.

Estudos da patogenicidade dos insetos e variabilidade genética de populações com diferentes origens devem ser realizados, assim como a investigação das verdadeiras causas dos sintomas nas plantas.

As relações simbióticas entre cochonilha-da-raiz, formigas e fungos, já conhecidas, bem como com outros possíveis agentes patogênicos, devem ser reavaliadas e investigadas, para que se possa identificar a característica alvo para seleção em programas de melhoramento para resistência à praga.

4.4 Interação entre Cafeeiros e Nematóides, *Meloidogyne paranaensis* Goeldi

Os clones IAC 5 e IAC 15, já em testes avançados de seleção para resistência à nematóides do gênero *Meloidogyne*, foram escolhidos fazer parte dos experimentos do presente trabalho para investigação de resistência à *D. texensis* junto de mais onze clones, ainda em seleção. Ambos apresentam excelente desenvolvimento vegetativo e reduzido número de ovos e juvenis por grama de raiz (NOg^{-1} de raiz) em avaliações preliminares de um experimento de seleção realizado no Centro de Café do IAC.

Os clones, avaliados quanto à resistência à cochonilha-da-raiz em experimentos distintos, devido à diferença em seu desenvolvimento vegetativo, foram também avaliados quanto à resistência à *M. paranaensis*, espécie de maior patogenicidade do gênero. A avaliação conjunta da reação dos clones aos dois agentes bióticos do sistema radicular pode acarretar maior eficiência em programas de melhoramento visando a seleção cultivares de porta-enxertos e pé-franco para uso em áreas endêmicas de nematóides *M. paranaensis* e de cochonilhas-da-raiz, *D. texensis*.

4.4.1 Experimento 4

Dez meses após inoculação, o número de ovos por grama de raiz foi superior a 2700 em cafeeiros IAC 20 inoculados com a população Mp1 e a 3200, em cafeeiros IAC 20 inoculados com a população Mp2. Em raízes dos clones IAC 5 e IAC 15, o número de ovos foi sempre inferior a 110 ovos por grama de raiz (Tabela 17, Figura 11).

Tabela 17 – Número de ovos por grama de raiz (NOg^{-1} raiz), incremento em altura (IA) e acúmulo de massa seca de parte aérea (MSPA) em cafeeiros inoculados com as populações Mp1 e Mp2 de *Meloidogyne paranaensis*.

População	Clone	NOg^{-1} raiz n°	IA		MSPA	
			Não inoculado	Inoculado	Não inoculado	Inoculado
			cm		g	
Mp1	IAC 5	57,18 b	47,25 abA	39,75 aA	97,83 bA	88,50 aA
	IAC 15	29,38 b	38,50 bA	29,25 aA	88,78 bA	81,90 aA
	IAC 20	2703,14 a	50,75 aA	36,75 abB	126,3 aA	77,40 aB
CV (%)		22,8	16,3		10,8	
Mp2	IAC 5	108,25 b	47,25 aA	35,50 aA	97,83 bA	79,13 bA
	IAC 15	94,50 b	38,50 aA	33,00 aA	88,78 bA	100,38 aA
	IAC 20	3265,82 a	50,75 aA	29,25 aB	126,30 aA	71,75 bB
CV (%)		15,3	21,3		14,5	

Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os clones. Letras maiúsculas distintas na linha indicam diferenças significativas entre clones inoculados e não inoculados. Médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. Os dados de NOg^{-1} foram transformados em $\text{Log } x+1$.

O clone IAC 20, quando não inoculado, apresentou médias elevadas de IA e MSPA. Porém, quando inoculado com as populações Mp1 e Mp2, o tratamento controle apresentou redução na média das duas variáveis (Figura 11), mostrando que os nematóides influenciaram o desenvolvimento das plantas destes clones. Os clones IAC 5 e IAC 15 não apresentaram redução de IA e MSPA quando inoculados (Figura 11).

Sob a ótica nematológica, plantas que permitem a multiplicação normal dos insetos e têm o desenvolvimento vegetativo comprometido, como o observado em indivíduos do clone IAC 20, são consideradas suscetíveis. Por outro lado, aquelas que limitam a reprodução dos nematóides e tem seu desenvolvimento vegetativo normal são ditas resistentes.



Figura 11 – À esquerda clones inoculados com a população Mp1 de *M. paranaensis* e à direita clones não inoculados. IAC 20, suscetível, apresenta redução do desenvolvimento vegetativo quando inoculado (A); IAC 5 (B) e IAC 15 (C), resistentes, não apresentam interferência dos nematóides em seu desenvolvimento.

Assim, os clones IAC 5 e IAC 15 são considerados resistentes às populações Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis*, por apresentar desenvolvimento vegetativo normal quando inoculados e por limitar ou impedir a reprodução dos nematóides.

Outra forma de mensurar a resistência de plantas à nematóides é através da estimativa do índice de suscetibilidade hospedeira (ISH), calculado a partir da relação entre o número médio de ovos por grama de raiz de cada um dos tratamentos e os valores observados no controle suscetível IAC 20 (Tabela 18).

Segundo a classificação proposta por FASSUOLITIS (1985), os clones IAC 5 e IAC 15 devem ser considerados resistentes às duas populações de *M. paranaensis*, uma vez que todos os valores de ISH calculados se encontram entre 0,1 e 10%. Em outras palavras, pode-se dizer que os genótipos hospedeiros IAC 5 e IAC 15 reduzem as populações dos nematóides em porcentagem sempre superior a 96% (Figura 12A).

Tabela 18 – Índice de suscetibilidade hospedeira (ISH) e reação de resistência dos clones avaliados com duas populações de *M. paranaensis*.

População de <i>M. paranaensis</i>	Clone	ISH%	Reação da Planta
Mp1	IAC 5	2,11	Resistente
	IAC 15	1,08	Resistente
Mp2	IAC 5	3,31	Resistente
	IAC 15	2,89	Resistente

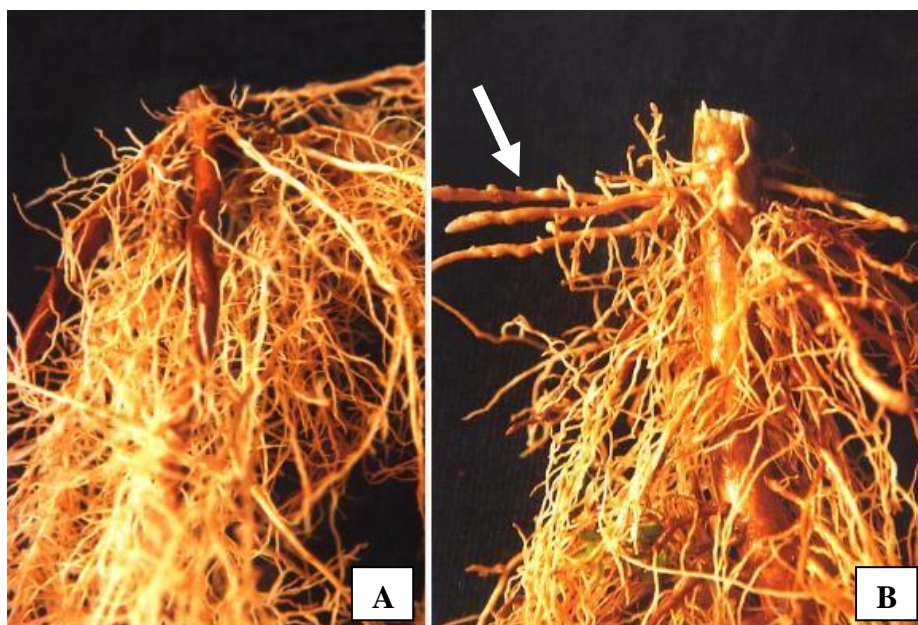


Figura 12 – Sistema radicular de um clone resistente, IAC 5 (A), inoculado com a população Mp1, comparado ao do clone suscetível, IAC 20 (B), que apresenta uma sucessão de galhas.

A partir da análise comparativa do material vegetal em relação às duas populações de *M. paranaensis*, observou-se não haver diferenças significativas entre elas (Tabela 19), sendo os clones IAC 5 e IAC 15 de *C. canephora* resistentes às duas populações, Mp1 e Mp2, e o clone IAC 20 de *C. arabica* suscetível às mesmas (Tabelas 17 e 18).

Diferença estatística entre as duas populações somente foi observada no clone IAC 15, para a variável NOg^{-1} de raiz que foi mais elevada quando o clone foi inoculado com a população Mp2 (Tabela 19). Entretanto, tal evento não permite inferir maior patogenicidade ou adaptação dos nematóides da população Mp2 às plantas desse clone, uma vez que mesmo com maior número de ovos e juvenis não sofreram influência dos nematóides em seu desenvolvimento vegetativo.

Tabela 19 – Número de ovos por grama de raiz (NOg^{-1}), incremento em altura (IA), valor de índice de galhas observado em tomate (VIG) e acúmulo de massa seca de parte aérea de clones infestados com as populações Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis*.

Variável	População	Clones					
		IAC 5		IAC 15		IAC 20	
NOg^{-1} (n°)	Mp1	57,18	A	29,38	B	2703,14	A
	Mp2	108,25	A	94,53	A	3265,82	A
IA (cm)	Mp1	39,75	A	29,25	A	36,75	A
	Mp2	35,50	A	33,00	A	29,25	A
MSPA (g)	Mp1	88,50	A	81,90	A	77,40	A
	Mp2	79,13	A	100,38	A	71,75	A

Letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre as populações de *M. paranaensis* utilizadas para infestação no material. Médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. Os dados de NOg^{-1} foram transformados em $\text{Log } x+1$.

Com base nos resultados deste experimento, não foi detectada variabilidade genética intraespecífica quanto à patogenicidade das duas populações de *M. paranaensis* avaliadas, embora sejam oriundas de regiões cafeeiras bem distintas, Alta Paulista e Média Mogiana, assim como o descrito por CARNEIRO & ALMEIDA (2000).

Confrontando os resultados obtidos a partir de infestação dos clones de *C. canephora* com nematóides *M. paranaensis* com aqueles oriundos das análises de interação entre cafeeiro e cochonilha-da-raiz, *D. texensis*, pode-se concluir que plantas do clone IAC 5 apresentaram

bom vigor vegetativo e desenvolvimento radicular abundante, não permitindo satisfatoriamente a multiplicação de insetos nem de nematóides.

Plantas do clone IAC 15 também são bastante vigorosas tanto em relação à parte aérea como ao sistema radicular, mas apesar de resistente às populações Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis*, apresentaram elevada quantidade de insetos, com níveis próximos aos apresentados pela testemunha. Entretanto, foi observado nesse clone reduzido crescimento da população de *D. texensis*, da primeira para a segunda avaliação, interferindo, de alguma forma, no desenvolvimento e reprodução dos insetos.

6 CONCLUSÕES

- a) O menor enraizamento e o maior número de cochonilhas observados no sistema radicular da cultivar Obatã IAC 1669-20 comprovam sua eficácia como controle suscetível.
- b) O número de cochonilhas observado em raízes dos clones EH 5, EH 7, EH 101, EH 199 e EH 236 de *C. canephora*, resistentes a nematóides do gênero *Meloidogyne* é inferior ao apresentado pelo controle suscetível Obatã IAC 1669-20 e pelo clone EH 168, sugerindo a possibilidade de reunir nos mesmos resistência múltipla aos dois agentes bióticos.
- c) O número de cochonilhas em raízes do clone EH 168 de *C. canephora*, também resistente a nematóides do gênero *Meloidogyne*, foi semelhante ao observado na testemunha. O clone EH 168 não deve ser selecionado para continuidade dos estudos sobre resistência múltipla a *D. texensis* e *Meloidogyne* spp., mas pode ser utilizado como controle suscetível de *C. canephora* em novos experimentos.
- d) Os resultados obtidos evidenciam a existência de variabilidade em *C. canephora* quanto à colonização de *D. texensis* nas raízes das plantas.
- e) Os clones IAC 5 e IAC 15 foram considerados resistentes às populações de nematóides Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis*. A reprodução de *D. texensis* foi reduzida no clone IAC 5, e não houve aumento no tamanho populacional em raízes do clone IAC 15 entre a primeira e a segunda avaliação.
- f) Não há diferença de patogenicidade entre as populações Mp1 e Mp2 de *M. paranaensis*.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, J.; MAMPRIM, O. Cochonilha-da-raiz do cafeeiro. **O Biológico**, v.24, p.268-271, 1958.
- ALVES, V.S.; MOINO JUNIOR, A.; SANTA-CECILIA, L.V.C.; ANDALÓ, V.; SOUZA, G.C. Patogenicidade de nematóides entomopatogênicos à cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, p.67-73, 2009a.
- ALVES, V.S.; MOINO JUNIOR, A.; SANTA-CECILIA, L.V.C.; ROHDE, C.; SILVA, M. A.T. Testes em condições para o controle de *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera, Pseudococcidae) em cafeeiro com nematóides entomopatogênicos do gênero *Heterorhabditis* (Rhabditida, Heterorhabditidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, p.139-143, 2009b.
- ALVES, V.S. **Aspectos da biologia de *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) e seu controle com nematóides entomopatogênicos**. 2006. 110p. Tese (Doutorado) - UFLA, Lavras.
- ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.
- ANDALÓ, V.; MOINO JUNIOR, A.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; SOUZA, G.C. Seleção de isolados de fungos e nematóides entomopatogênicos para a cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro *Dysmicoccus texensis* (Tinsley). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p.181-187, 2004.
- BACKUS, E. A. Sensory systems and behaviours which mediate hemipteran plant-feeding: a taxonomic overview. **Journal of Insect Physiology**, v.34, p.151-165, 1988.
- BERTHAUD, J. **Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers Africains diploïdes**. ORSTOM, Série TDM 188. Paris: ORSTOM, 1986.
- BRIDSON, D.M. Studies in *Coffea* in *Psilanthus* (Rubiaceae subfam. Cinchonoideae) for part 2 of Flora of Tropical East África: Rubiaceae. **Kew Bulletin**. v.36, p.817-859, 1982.
- CAMPOS, V.P.; VILLAIN, L. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC M.; SIKORA R. A.; BRIDGE J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 2005. p.529-579.
- CAMPOS, V.P. Café (*Coffea arabica* L.): controle de doenças: doenças causadas por nematóides. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV, 1997. p.141-180.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; COSTA, S.B.; SOUSA, F.R.; SANTOS, D.F.; ALMEIDA, M.R.A.; SIQUEIRA, K.M.; SANTOS, M.F.A.; TIGANO, M.; FONSECA, A.F.A. Reação de cafeeiros conilon a diferentes populações de *Meloidogyne* spp. In: VI Simpósio dos cafés do Brasil, 2009, Vitória. Anais do VI Simpósio dos cafés do Brasil. Brasília, DF : Consorcio Pesquisa-Café, 2009. v.6.

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

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

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

CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. Distribution of *Meloidogyne* spp. on coffee in Brazil: identification, characterization and intraspecific variability. **Mejoramiento sostenible del café Arabica por los recursos genéticos, asistido pôr los marcadores moleculares, com enfasis en la resistência a los nematodos**. Publication Especial CATIE/IRD: 43-48. 2000.

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

CARNEIRO, R.M.D.G. Fitonematóides na cafeicultura paranaense: situação atual. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 17, Jaboticabal, SP. 1993. **Resumos**. p.42-44.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K.C. (Ed.). **Coffee. Botany, Biochemistry and production of beans and beverage**. Connecticut: The Avi Publishing, 1985. p.13-47.

CHARRIER, A. **La structure génétique des caféiers spontanés de la region Malgashe (MascaroCoffea). Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (EuCoffea)**. Paris: Memories ORSTOM, v.87, 1978. 223 p.

CHEVALIER, A. **Les caféiers du globe III; systématique dès caféiers et fauxcaféiers, maladies et insects nuisibles**. Paris: Lechevoier, 1947. 356 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café safra 2009**. Primeira estimativa. Janeiro/2010/ Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: CONAB, 2010.

CONAGIN, C.H.T.M.; MENDES, A.J.T. Pesquisas Citológicas em três espécies de *Coffea*. Autoincompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Bragantia**, Campinas, v.20, p.787-804, 1961.

CULIK, M.P.; MAIA, V.C.; VENTURA, J.A. **Novos registros de dípteros predadores de cochonilhas do mamoeiro e outras culturas no Brasil**. Disponível em: <http://www.fundagres.org.br/eventos/cd_papaya2009/arquivos/2_Entomologia/mark_arquiv01.pdf> Acesso em: 2 de dezembro de 2009.

DAVIS, A.P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D.M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic

conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.152, p.465–512, 2006.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; BAPTISTA, G.C.; TREVIZAN, L.R.P.; HADDAD, M.L.; NAVA, D. E. Resíduos de tiametoxam, aldicarbe e de seus metabólitos em folhas de cafeeiro e efeito no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, v.35, p.257-263, 2006.

FASSULIOTIS, G. The role of the nematologist in the development of resistant cultivars. In: SASSER, J.N., CARTER, C.C. **An advanced treatise on Meloidogyne: biology and control**. Raleigh: North Carolina State University Graphics. v.1, p.233-240, 1985.

FATOBENE, B.J.R.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B.; DARBELLO, D.M.; TELLES, L.M.G. Estudos preliminares acerca da resistência de cafeeiros à cochonilhas-farinentas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SBMP, 2009. (ISSN 15184854) CD-ROM.

FAZUOLI, L.C. Melhoramento genético do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO - CAFÉ, 10, 2004, Mococa, SP. **Anais...** Mococa: Instituto Biológico, 2004. p.2-28.

FAZUOLI, L.C.; BRAGHINI, M.T.; CONCEIÇÃO, A.S.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B. Propagação vegetativa por meio de estaquia como alternativa para preservação de genótipos de café. In: Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe, 3, 2001, Londrina. **Reunião...** EMBRAPA/IAPAR, 2001.

FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M.; BORTOLETTO, N. Efeitos do porta-exerto LC 2258 de *C. canephora*, resistente a *Meloidogyne incognita* no desenvolvimento e produções iniciais de dois cultivares de *C. arabica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., Poços de Caldas, 1983. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983. p.45-46.

FAZUOLI, L.C. Resistance of coffee to the root-knot nematodes species *Meloidogyne exigua* and *Meloidogyne incognita*. In: COLOQUE INTERNATIONAL SUR LA PROTECTION DES CULTURES TROPICAIS, Lyon. Fondation Scientifique de Lyon et du Sud-Est, 1981.57p.

FERRAZ, L.C.C.B. Nematóides entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.541-569.

FORNAZIER, M.J.; LIMA, G.C.; ROCHA, A.C. Incidência da cochonilha das raízes, *Dysmicoccus texensis* (Hempel, 1918) em café arábica na região de montanhas do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., Marília, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2000. p. 163.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SIVEIRA NETO, S. **Manual de entomologia agrícola**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GARCIA, A. **Les Pseudococcidae depredatrices des racines de caffier (*Coffea arabica*) au Guatemala: cas particulier de *Dysmicoccus cryptus* (Hempel, 1918)**. 1991, 123p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Université Paul Sabatier, Guatemala, 1991.

GATEHOUSE, J.A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, Cambridge, v.156, p.145-169, 2002.

GATEHOUSE, J. Breeding for Resistance to Insects. In: Murray, E. D. **Advances methods in plant breeding and biotechnology**. CAB International, p.251-271, 1991.

GEORGIS, R.; KOPPENHOFER, A.M.; LACEY, L.A.; BÉLAIR, G.; DUNCAN, L.W.; GREWAL, P.S.; SAMISH, M.; TAN, L.; VAN TOL, R.W.H.M. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological Control**, v.38, p.103-123, 2006.

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

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

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

GONÇALVES, W.; MAZZAFERA, P.; FERRAZ, L.C.C.B.; SILVAROLLA, M.B.; LIMA, M.M.A. Biochemical basis of tree resistance to *Meloidogyne incognita*. **Plant Research and Development**, v.2, p.54-60, 1995.

GONÇALVES, W.; FERRAZ, L.C.C.B. Resistência do cafeeiro à nematóides. II Testes de progênies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, n.11, p. 125-142, 1987.

GREWAL, P.G.; NARDO, E.A.B.; AGUILLERA, M. Entomopathogenic nematodes: Potential for exploration and use in south américa. **Neotropical Entomology**, v.30, p.191-205, 2001.

GUERREIRO-FILHO, O.; MEDINA-FILHO, H.P.; CARVALHO, A. Fontes de resistência ao bicho mineiro, *Perileucoptera coffeella*, em *Coffea* spp. **Bragantia**, v.50, p.45-55, 1991.

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

JAEHN, A. Estimativa do número de gerações de três raças de *Meloidogyne incognita* em cafeeiro para o Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v.15, p.143-151, 1991.

KONNOROVA, E.; DE LA VEJA, A. Nocividad de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). III. Características y dimensiones de las lesiones producidas a las hojas Del café. **Café y Cacao**, v.7, p.25-40, 1985.

KOOGAN, M.; ORTMAN, E.F. Antixenosis-A new term proposed to define Painter's "nonpreference" modality of resistance. **Bulletin of the Entomological Society of America**, v.24, n.2, p.175-176, 1978.

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

KUBO, R.K.; INOMOTO, M.M.; OLIVEIRA, C.M.G.; ANTEDOMÊNICO, S.R.; MONTEIRO, A.R. Nematóides associados a cafeeiros do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Garça. **Resumos...** Garça: SBN/FAEF, 2001. p.91.

LARA, L.F. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 1979. p. 47-67.

LEEFMANS, S. De koffie bessenboeboek (*Stephanoderes hampei* Ferrari = *coffea* Hagedorn). I – Levenswizein oecologie. **Mededeeling Institute Plantensiekten**, v.57, p.94, 1923.

LEPAGE, H. S. Abóboras, cobaias para o estudo das pragas dos vegetais. **O Biológico**, São Paulo, v.8, n.9, p.221-224, 1942.

LE RÜ, B.; RENARD, S.; ALLO, M. R.; LE LANNIC, J.; ROLLAND, J. P. Ultrastructure of sensory receptors on the labium of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.77, n.1, p. 31-36, 1995.

LIMA, R.D.; FERRAZ, S. Biologia de *Meloidogyne exigua* I. Desenvolvimento embriogênico e efeito da temperatura na embriogênese. **Revista Ceres**, v.32, p.339-348, 1985a.

LIMA, R.D.; FERRAZ, S. Biologia de *Meloidogyne exigua* II. Desenvolvimento pós-embriogênico em cafeeiro Mundo Novo. **Revista Ceres**, v.32, p.349-361, 1985b.

LOAYZA, R.M.; PARRA, J.R.P.; VENDRAMIM, J.D. Biologia comparada de *Selenaspidus articulatus* (Morgan) (Hemiptera: Diaspididae) em cultivares de *Citrus sinensis* e em *Citrullus silvestris*. **Neotropical Entomology**, v.32, p.493-496, 2003.

LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A. Nematóides encontrados em cafezais do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 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**, 46(2), p. 59-64, 1987.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo, Nobel, 1981. 314p.

- LORDELLO, L.G.E. Perdas causadas por nematóides. **Revista de Agricultura**, v.51, p.222, 1976.
- LORDELLO, L.G.E. Nematode pest of coffee. In: WEBSTER, J.M. (Ed.) **Economic nematology**. London: Academic Press, 1972. p. 269-284.
- MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R.; GUERREIRO FILHO, O.; MALUF, M.P.; FAZUOLI, L.C. Breeding of Arabica Coffee at IAC, Brazil: Objectives, Problems, and Prospects. **Acta Horticulturae**, v.745, p.393-408, 2007.
- MENDES, C.H.T. Introdução ao estudo da auto-esterilidade no gênero *Coffea*. **Bragantia**, v.9, p.35-41, 1949.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Informe estatístico do café**, dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em 2 de janeiro de 2010.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agrofit – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em 10 de abril de 2010.
- MÔNACO, L.C.; CARVALHO, A. Incompatibilidade em *C. racemosa*. **Ciência e Cultura**, v.24, p.150, 1972.
- MONTEIRO, A.R. Características gerais dos nematóides. **Informe Agropecuário**, v.16, p.5-13, 1992.
- NAKANO, O. **Estudo da cochonilha-da-raiz do cafeeiro *Dysmicoccus texensis* (Hempel, 1918)**. 1972, 128. Tese (Livre Docência em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.
- NAKASONO, K.; LORDELLO, R.R.A; MONTEIRO, A.R.; LORDELLO, L.E.G. Desenvolvimento das raízes de cafeeiros novos transplantados e penetração por *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, n.4, p.33-41, 1980.
- OLIVEIRA, C.M.G.; GONÇALVES, W.; MONTEIRO, A.R. Espécies de *Meloidogyne* e raças de *M. incognita* em cafezais do Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, v.76, p. 155-164, 2001.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Van De landbouwhogeschool Te Wageningen**, Nederland, v.66, n.4, p.1-46, 1966.
- PAINTER, R.H. Insect resistance in crop plants. New York: MacMillan, 1968. 520p.
- RANDIG, O.; BONGIOVANI, M.; CARNEIRO, R.M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P. Genetic diversity of root-knot nematodes from Brazil as inferred from RSPD analysis and development of SCAR markers specific for the coffee damaging species. **Genome Research**, v.45, p.862-870, 2002.

- ROBBS, C.F.; BITTENCOURT, A.M. Controle biológico de insetos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.6, p.71, 1998.
- ROBERTS, P.A.; MATHEWS, W.C.; VEREMIS, J.C. Genetic mechanisms of host plant resistance to nematodes. In: BARKER KR; PEDERSON GA; WINDHAM GL. **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p.209-238.
- ROCHA, K.C.G.; SILVA, R.A.; MICHELOTTO, M.D.; BUSOLI, A.C. Aspectos biológicos, morfológicos e comportamentais de *Aspidiotus nerii* Bouché, 1833 (Hemiptera: Diaspididae). **Ciência Rural**, v.36, p.363-368, 2006.
- RUSSEL, W.A. Breeding and genetics in the control of insect pests. **Iowa State Journal Research**, v.49, n.4, p. 527-551, 1975.
- SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; PRADO, E.; BORGES, C.M.; CORREA, L.R.B.; SOUZA, B. Methodology for biological studies of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). **Coffee Science**, Lavras, v.3, p.152-155, 2008.
- SANTA-CECÍLIA, L.V.; SOUZA, B.; SOUZA, J.C.; PRADO, E.; MOINO JUNIOR, A.; FORNAZIER, M.J.; CARVALHO, G.A. **Cochonilhas-farinhas em cafeeiros**: bioecologia, danos e métodos de controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.12-37. (EPAMIG. Boletim Técnico, 79).
- SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; SOUZA, B.; PRADO, E.; SOUZA, J.C.; FORNAZIER, M.J. **Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: reconhecimento e controle**. Lavras: EPAMIG, 2005a. (EPAMIG. Circular Técnica, n. 189)
- SANTA-CECÍLIA, L.V.; PRADO, E.; SOUZA, B. Desenvolvimento e comportamento alimentar da cochonilha-branca *Planococcus citri* (RISSO, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2005b. 4p. (1 CD-ROM)
- SANTA-CECÍLIA, L.V.; REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas-farinhas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Neotropical Entomology**, v.31, p.333-334, 2002.
- SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; PRADO, E.; BUENO, V.H.P.; GOUSSAIN, M.M. Padrão de comportamento alimentar da Cochonilha *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p. 2031-2038. (CD-ROM).
- SANTA-CECÍLIA, L.V.; SOUZA, J.C.; REIS, P.R. **Novas constatações da cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* em lavouras de café no Sul de Minas, em Minas Gerais**. Lavras: EPAMIG, 2000. 2p. (EPAMIG, Circular Técnica, 130)
- SASSER, J.N. **Plant-parasit nematodes: the farmer's hidden enemy**. Raleigh: North Carolina State University, 1979. 115 p.
- SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**:

- seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. part.2, t.1. 622 p.
- SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; PRADO, E.; SOUZA, J.C. Cochonilhas-farinhas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. **Coffee Science**, v.3, p.104-107, 2008.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R., RIBEIRO, J.A.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; SILVA, R.A. Controle químico da cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) em cafeeiro. **Coffee Science**, v.2, p.29-37, 2007.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L.O.; CIOCIOLA JÚNIOR, A.I. Eficiência de thiamethoxam no controle do bicho mineiro do cafeeiro: I. influência da modalidade de aplicação. **Coffee Science**, v.1, p.143-149, 2006a.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L.O.; CIOCIOLA JÚNIOR, A.I. Eficiência de thiamethoxam no controle do bicho mineiro do cafeeiro: II. influência da época de aplicação via irrigação por gotejamento. **Coffee Science**, v.1, p.150-155, 2006b.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; DAUM, S.C.; SOUZA, M.A. **Cochonilha-da-raiz do cafeeiro**: aspectos biológicos, dano e controle. Lavras: EPAMIG, 2001. 4p. (EPAMIG, Circular Técnica, 136).
- SOUZA, J.C.; RIBEIRO, J. A. **Cochonilha-da-raiz**: cafeicultor, conheça e saiba como controlar esta praga com inseticidas neonicotinóides. Lavras: EPAMIG, 2003. 3p. (EPAMIG. Circular Técnica, n. 162).
- STUART, R.J.; POLAVARAPU, S.; LEWIS, E.E.; GAUGLER, R. Differential susceptibility of *Dysmicoccus vacinni* (Homoptera: Pseudococcidae) to entomopathogenic nematodes (Rhabdita:Heterorhabditidae and Steinernematidae). **Journal of Economic Entomology**, v.90, p.925-932, 1997.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology**: identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Caroline State University, 1978. 111p.
- TERTULIANO, M.; DOSSOU-GBETE S.; LE RÜ, B. Antixenotic and antibiotic components of resistance to the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Homoptera, Pseudococcidae) in various host-plants. **Insect Science and its Application**, v.14, p. 657-665, 1993.
- VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M.A.N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C.. (Org.). **Recursos Genéticos e Melhoramento**: Plantas. 1 ed. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, v.1, p.737-781.
- VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais – Departamento de Defesa Fitosanitária, 2000.
- VILARDEBO, A.; GUÉROUT, R. Tests insecticides avec *Dysmicoccus brevipes*, CK 1, cochonille farineuse de l'ananas. I. Technique de test de laboratoire et recherche d'une

expression du degré d'infestation, base du critère d'efficacité d'essais de pelin champ. **Fruits**, Paris, v.21, p.5-11, 1966.

WILLIAMS, D. J. The mealybugs (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae) of sugar cane, rice and sorghum. Bull. **Entomology Research**, v.60, p.109-188, 1970.

WILLIAMS, D.J.; GRANARA DE WILLINK, M.C. **Mealybug of Central and South America**. Walingford: CABI, 1992. 629 p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)