

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESCRIÇÃO DOS SINTOMAS DE LARANJEIRAS
INFECTADAS POR *Pratylenchus jaehni*, RESISTÊNCIA DE
PORTA-ENXERTOS, FAIXA DE HOSPEDEIROS E
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS INOCULADAS**

Sergio Ademir Calzavara

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESCRIÇÃO DOS SINTOMAS DE LARANJEIRAS
INFECTADAS POR *Pratylenchus jaehni*, RESISTÊNCIA DE
PORTA-ENXERTOS, FAIXA DE HOSPEDEIROS E
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS INOCULADAS**

Sergio Ademir Calzavara

Orientador: Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

SERGIO ADEMIR CALZAVARA - nascido em 02 de fevereiro de 1975, em Nova Esperança – PR, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, em 1998. Obteve o título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), em 2001, pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. Atuou como professor e chefe de departamento do curso de agronomia no período de 2001 a 2003, na Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus de Alta Floresta – MT. Em 2004, ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal – SP.

Dedicatória

À minha esposa Luciany Favoreto

Aos meus pais Joaquim Calzavara e Sirlei D. Batistela Calzavara

Às minhas irmãs Sirlene Aparecida Calzavara e Sidnéia Maria Calzavara

AGRADECIMENTOS

A Deus;

Ao orientador prof. Dr. Jaime Maia dos Santos;

Ao professor Vitório Barato Neto;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, aos Departamentos de Produção Vegetal e Fitossanidade;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP;

Ao Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal e Entomologia Agrícola);

Aos membros da banca examinadora do exame geral de qualificação e defesa;

Ao proprietário do Sítio das Antas, Senhor Aparecido Ciniro Casoni e seus funcionários;

À Prefeitura do Município de Itápolis – SP;

Ao viveiro de mudas cítricas Blasco & Almeida LTDA.

Aos funcionários do Laboratório de Nematologia, André, Sandra e Valmir;

Aos colegas de curso: Luciany, Anderson, Vilmar, Paulo, Bruno, Dudu, Pedro, Zaparolli Ivo e Adriana.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e enriquecimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMO	viii
SUMMARY	ix
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 <i>Pratylenchus</i> spp	3
2.2 Perdas Causadas por Nematóides em Citros	6
2.3 Resistência de Porta-Enxertos	8
III. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Descrição e Documentação dos Sintomas em Raízes e Parte Aérea de Plantas Infectadas	11
3.2 Resistência de Porta-Enxertos Cítricos a <i>Pratylenchus jaehni</i> em Casa de Vegetação	11
3.2.1 Multiplicação e Preparo do Inóculo	11
3.2.2 Inoculação, Condução do Teste e Avaliação	12
3.3 Estudo da Faixa de Hospedeiros de <i>Pratylenchus jaehni</i> em Casa de Vegetação	13
3.4 Influência do Nível de Inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> no Desenvolvimento de Plantas Jovens de Laranjeira ‘Valência’ Enxertadas sobre Limoeiro ‘Cravo’ em Microparcels a Campo	15
3.4.1 Remoção das Plantas de Laranjeiras Infectadas na Localidade Tipo de <i>Pratylenchus jaehni</i> e Instalação das Microparcels	15
3.4.2 Tratamento do Solo com Vapor	16
3.4.3 Transplante das Mudas de Laranjeira ‘Valência’ Enxertadas Sobre Limoeiro ‘Cravo’ nas Microparcels e Inoculação	19
3.4.4 Avaliação do Desenvolvimento das Plantas	19

IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....		22
	4.1	Descrição e Documentação dos Sintomas de Laranjeiras Infectadas por <i>Pratylenchus jaehni</i>	22
	4.2	Resistência de Porta-Enxertos de Citros a <i>Pratylenchus jaehni</i> em Casa de Vegetação	26
	4.3	Estudo da Faixa de Hospedeiro de <i>Pratylenchus jaehni</i>	28
	4.4	Influência do Nível de Inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> no Desenvolvimento de Plantas Jovens de Laranjeira 'Valência' Enxertadas sobre Limoeiro 'Cravo', em Microparcelas a Campo.....	31
V	CONCLUSÕES.....		42
VI	REFERÊNCIAS.....		44

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Espécies de plantas e níveis de população inicial (Pi) de <i>Pratylenchus jaehni</i> empregados no estudo da faixa de hospedeiros do nematóide em casa de vegetação.....	14
2 População final de <i>Pratylenchus jaehni</i> por vaso (Pf), fator de reprodução (FR) e classificação dos porta-enxertos cítricos em suscetível (S) ou resistentes (R) aos 220 dias após inoculação com 3.000 espécimens/muda	26
3 Espécies inoculadas, população inicial (Pi), população final (Pf), fator de reprodução (FR) de <i>Pratylenchus jaehni</i> e status do hospedeiro (SH) aos 90 dias após a inoculação.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Trator equipado com pá-carregadeira utilizado para o preenchimento das manilhas no processo de construção das microparcelsas (a seta indica uma microparcela pronta).	16
2	Caldeira móvel a diesel utilizada para o tratamento do solo das microparcelsas com vapor (COPEC – Indústria e Comércio de Caldeiras Ltda. – Espírito Santo do Pinhal – SP).....	17
3	Tratamento do solo das microparcelsas com vapor. A) Dispositivo para a aplicação do vapor em profundidade. B) Dispositivo fincado no solo para possibilitar a aplicação uniforme do vapor em profundidade. C) Aplicação do vapor produzido por uma caldeira móvel. D) Microparcela coberta com lona plástica de 120 µm de espessura para a retenção do vapor.	18
4	Processo de inoculação de <i>Pratylenchus jaehni</i> nas mudas de citros em microparcelsas, a campo. A) Remoção do saco plástico da muda produzida em substrato orgânico, em ambiente protegido. B) Aplicação do inóculo em 10 mL de suspensão sobre as raízes da muda, com auxílio de uma pipeta automática. C) Transplante imediato da muda na microparcela. D) Vista parcial do experimento após a inoculação.	20
5	Plantas de laranjeira 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', exibindo sintomas da infecção pelos nematóides-chave dos citros no Brasil (<i>Tylenchulus semipenetrans</i> e <i>Pratylenchus jaehni</i>), na parte aérea . A) Baixa densidade de folhas, folhas menores e depauperamento progressivo. B) Frutos menores. C) Clorose generalizada mais pronunciada na planta da direita e clorose menos intensa na planta da esquerda, com as estimativas das populações dos nematóides dos citros associadas a cada uma delas.	23

6	Radicelas de laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', exibindo sintomas e sinais da infecção por <i>Pratylenchus jaehni</i> . A – D) Variação dos sintomas de radículas infectadas, exibindo desde lesões externas (A) até a necrose total da radícula (D). E – F) Coloração <i>in situ</i> de <i>Pratylenchus jaehni</i> em raízes de citros.	24
7	Sintomas da infecção de plantas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', infectadas pelos nematóides dos citros <i>Tylenchulus semipenetrans</i> e <i>Pratylenchus jaehni</i> . A) Reboleiras exibindo sintomas severos na parte aérea. B e C) Radículas exibindo necroses causadas por <i>P. jaehni</i>	25
8	Porta-enxertos de citros aos 220 dias após a inoculação com <i>Pratylenchus jaehni</i> . A) Limoeiro 'Cravo' suscetível, exibindo amarelecimento e abscisão prematura de folhas. B) 'Swingle' resistente.	27
9	Interação entre altura das plantas e log do número de <i>Pratylenchus jaehni</i> inoculado em mudas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' em microparcels a campo. A) Seis meses. B) 12 meses após inoculação realizada em janeiro de 2006.	32
10	Interação entre o diâmetro do caule e da segunda perna de plantas jovens de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função do log do número de <i>Pratylenchus jaehni</i> inoculado. A) Diâmetro do caule aos seis meses após a inoculação. B) Diâmetro do caule aos 12 meses após inoculação. C) Diâmetro da segunda perna aos 12 meses após a inoculação.	33
11	Interação entre volume da copa e log do número de <i>Pratylenchus jaehni</i> inoculado em mudas de laranjeira 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em microparcels a campo. A) Aos seis meses.. B) Aos 11 meses. C) Aos 12 meses após inoculação.	34
12	Comparação das médias da altura das plantas em função dos níveis de inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> em mudas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em cada uma das 10 avaliações, a intervalos regulares	

	de 30 dias, a partir de 90 dias após a inoculação realizada em janeiro de 2006.	36
13	Experimento em microparcels a campo para o estudo da influência de <i>Pratylenchus jaehni</i> em diferentes níveis de inóculo, sobre o desenvolvimento de mudas de laranja 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo'. A) Planta não-inoculada, aos 12 meses após a instalação do experimento. B) Planta inoculada com 100.000 espécimens do nematóide. C) Vista geral do experimento aos 12 meses após a instalação.	37
14	Comparação das médias do diâmetro do caule de mudas de laranja 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' em função de níveis de inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> , em nove avaliações, a intervalos regulares de 30 dias, a partir de 120 dias após a inoculação em microparcels a campo, em janeiro de 2006.	38
15	Comparação das médias do diâmetro da segunda perna de mudas de laranja 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função dos níveis de inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> , em cada uma das sete avaliações realizadas a intervalos regulares de 30 dias, a partir dos 120 dias após a inoculação em microparcels a campo.	39
16	Comparação das médias do volume da copa de mudas de laranja 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função dos níveis de inóculo de <i>Pratylenchus jaehni</i> , em cada uma das sete avaliações realizadas a intervalos regulares de 30 dias, a partir dos 120 dias após a inoculação em microparcels a campo.	40

DESCRIÇÃO DOS SINTOMAS DE LARANJEIRAS INFECTADAS POR *Pratylenchus jaehni*, RESISTÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS, FAIXA DE HOSPEDEIROS E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS INOCULADAS

RESUMO - *Pratylenchus jaehni* é o nematóide mais agressivo na citricultura paulista. A espécie foi descrita em 2001 com base em uma subpopulação coletada em um pomar de Itápolis-SP. Na presente pesquisa foram descritos e documentados os sintomas de plantas de laranjeiras adultas infectadas pelo nematóide, foi mensurada a resistência de seis porta-enxertos, assim como se estudou a faixa de hospedeiros do nematóide em algumas culturas e espécies de plantas daninhas. Em microparcelas, a campo, estudou-se a influência do nematóide, em níveis crescentes de inóculo, sobre o desenvolvimento de plantas jovens de laranjeiras. As plantas infectadas pelo nematóide exibem baixa densidade foliar, folhas e frutos menores, crescimento retardado e, em casos de acentuado déficit hídrico, podem morrer. Nas raízes são observadas manchas necróticas características da infecção e acentuada morte de radículas. Entre seis porta-enxertos estudados o limoeiro 'Cravo' foi o único suscetível ao nematóide, sendo que a tangerina 'Cleópatra', o citrumelo 'Swingle', a tangerina 'Sunki', o *Poncirus trifoliata* e o citrange 'Carrizo' são resistentes ao nematóide. Entre as culturas estudadas apenas o milho, a soja, o milho e a *Crotalaria juncea* são suscetíveis ao nematóide. Aos 12 meses após a inoculação de *P. jaehni* em plantas jovens de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', observaram-se reduções significativas de 22% na altura das plantas, 22,5% no diâmetro do caule, 20,4% no diâmetro da segunda pernada e 43,7% e 52,5% no volume da copa, aos 11 e aos 12 meses, após a inoculação, respectivamente.

Palavras-Chave: Citros, altura das plantas, diâmetro do caule, volume da copa, nematóide das lesões.

SYMPTOMS DESCRIPTION OF ORANGE TREES INFECTED WITH *Pratylenchus jaehni*, ROOTSTOCK RESISTANCE, HOST RANGE AND DEVELOPMENT OF YOUNG PLANTS INOCULATED

SUMMARY - *Pratylenchus jaehni* is the most aggressive nematode for the citrus crop in São Paulo State. The species was described in 2001 on the basis of a subpopulation collected in an orchard of Itápolis-SP. In the present research the symptoms of orange plants infected by the nematode were described and documented. Also, the resistance of six rootstocks was evaluated, as well as the host range of the nematode crops and weeds. In microplots, at field conditions, it was studied the influence of the nematode in increasing levels of inoculum on the development of young plants of orange trees. The plants infected by the nematode show low foliar density, small leaves and fruits, smaller rate of growth and, under severe water stress they may die. Necrotic lesions on the roots, characteristic of the infection and death of feeder roots are observed. Among six rootstocks studied Rangpur lime was the only susceptible one to the nematode. Cleopatra tangerine, citrumelo Swingle, Sunki tangerine, *Poncirus trifoliata* and citrange Carrizo are resistant to the nematode. Among the plants species studied only the millet, soybean, maize and *Crotalaria juncea* are susceptible to the nematode. After 12 months from the inoculation of *P. jaehni* in young plants of orange trees 'Valência', grafted on Rangpur lime, it were observed reductions of 22% in the height of the plants, 22.5% in the diameter of the stem, 20.4% in the diameter of the second branch and 43.7% and 52.5% of the canopy volume at 11 and 12 months, respectively, after the inoculation.

Keywords: Citrus, height of the plant, diameter of the stem, canopy volume, the lesion nematodes.

I. INTRODUÇÃO

A partir de 1980, o Brasil assumiu a liderança mundial na produção e exportação de suco concentrado e congelado de laranja (BOTEON & NEVES, 2005). As estimativas da produção de laranja, realizadas em 2006, foram de 437.945.466 caixas de 40,8 kg, em uma área plantada de aproximadamente 802.766 ha, sendo, o Estados Unidos segundo maior produtor e principal importador de suco no mercado internacional. A produção brasileira representa, aproximadamente, 60% da produção mundial de suco de laranja congelado e concentrado (65⁰ Brix). A principal região produtora de laranja, no Brasil, é a Sudeste, com uma produção aproximada de 368.415.882 caixas de 40,8 kg, correspondendo a 85% da produção nacional de laranjas frescas (AGRIANUAL, 2007).

Na citricultura mundial, as primeiras espécies foram propagadas por sementes, técnica que predominou até a metade do século XIX, quando problemas relacionados a doenças causadas por *Phytophthora* spp., na Ilha dos Açores – Portugal, levaram ao uso de porta-enxertos tolerantes a esse fungo. Os citricultores brasileiros passaram a usar a laranjeira-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] como porta-enxerto, no início do século passado. Entretanto, a suscetibilidade à seca e à gomose causada por *Phytophthora* spp. determinou sua substituição pela laranjeira-azeda (*Citrus aurantium* L.), a partir de 1920 (POMPEU JR., 2005). A laranja-azeda, por sua vez, apresentou-se suscetível ao vírus da tristeza, que chegara em 1937, sendo substituída pelo limoeiro ‘Cravo’ que, na década de 70, participou com 99 % do total de mudas produzidas pelos viveiristas. Com o advento do declínio-dos-citros, o limoeiro ‘Cravo’ mostrou-se suscetível e outros porta-enxertos tolerantes começaram a ser utilizados, como, por exemplo, a tangerina ‘Cleópatra’ (MOREIRA & MOREIRA, 1991).

Embora numerosas espécies já tenham sido detectadas em pomares de citros no Brasil, apenas *Tylenchulus semipenetrans* Cobb e *Pratylenchus jaehni* Inserra et al.

podem ser considerados nematóides-chave para a citricultura brasileira (CAMPOS, 2002). Nas diferentes regiões produtoras do mundo, nove outras espécies de nematóides também são consideradas pragas-chave dos citros, a saber: *Belonolaimus longicaudatus* Rau, *Hemicycliophora* sp., *Meloidogyne* spp., *Paratrichodorus* sp., *Pratylenchus* spp., *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Trichodorus* sp., *T. semipenetrans* e *Xiphinema* spp. (DUNCAN & COHN, 1990; NYCZEPIR & BECKER, 1998). Entretanto, nenhuma das substituições de porta-enxertos de citros ao redor do mundo foi motivada por problemas causados estritamente por nematóides, embora o assunto tenha suscitado intensas pesquisas, notadamente nos EUA.

A distribuição geográfica do nematóide dos citros praticamente coincide com a distribuição da citricultura no mundo (DUNCAN & COHN, 1990). Por sua vez, o nematóide das lesões radiculares dos citros (*Pratylenchus jaehni*) foi descrito em 2001, a partir de uma população coletada em Itápolis - SP. A partir daí, a distribuição desse nematóide vem sendo estudada. CAMPOS (2002) relatou a ocorrência de *P. jaehni* em sete viveiros de citros a céu aberto, no Estado de São Paulo, de um total de 595 viveiros analisados. Segundo CAMPOS & SANTOS (2005), *P. jaehni* já foi registrado em pomares comerciais de 29 municípios paulistas, dois municípios mineiros e um paranaense. CALZAVARA & SANTOS (2005) registraram a ocorrência do nematóide das lesões radiculares em dois talhões de um pomar localizado no Município de Cruzeiro do Sul - PR. Posteriormente, MACEDA et al. (2006) registraram a ocorrência do nematóide em outros dois municípios paranaenses, elevando para três o número de ocorrências naquele Estado.

Esta pesquisa teve por objetivos descrever e documentar os sintomas na parte aérea e nas raízes de plantas de laranjeira enxertadas em limoeiro 'Cravo', infectadas por *P. jaehni*, estudar a resistência de porta-enxertos a esse nematóide em casa de vegetação, a faixa de hospedeiros do nematóide em culturas e espécies de plantas daninhas de ocorrência comum nos pomares paulistas, e a influência de *P. jaehni* em diferentes níveis de inóculo sobre o desenvolvimento de plantas jovens de citros, em microparcelas, a campo.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Pratylenchus* spp.

Os nematóides das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) são endoparasitos migradores, e todas as suas fases de desenvolvimento pós-emergentes do ovo são consideradas como infectantes. Infectam as radículas, onde espécimes de todos os estádios de desenvolvimento são encontrados no córtex das raízes, movendo-se tanto inter como intracelularmente. Extensas lesões são produzidas, facilitando a infecção por organismos oportunistas.

Entre as espécies de *Pratylenchus*, algumas exibem ampla distribuição geográfica, tanto em países de clima tropical, como nos de clima temperado (LUC, 1987), causando danos em muitas culturas de importância econômica.

Em termos mundiais e nacionais, as espécies de *Pratylenchus* ocupam o segundo lugar em importância econômica, sendo superadas apenas pelos nematóides-de-galha (*Meloidogyne* spp.), conforme menção de várias fontes (SASSER & FRECKMAN, 1987; TIHOHOD, 1993; FERRAZ, 1999).

FERRAZ (1999) considerou 64 espécies válidas de *Pratylenchus* e 28 inquerendae. Com as descrições de *P. brzeskii* Karssen et al., 2000, *P. arlingtoni* Handoo et al., 2001, *P. jaehni* Inserra et al., 2001, *P. gongjuensis* Choi et al., 2006 e *P. dunensis* Pena et al., 2006 o gênero chegou a 69 espécies válidas (GONZAGA, 2006). A descrição recente de *P. hippeastri* Inserra et al., 2007, elevou o rol de espécies do grupo para 70. Apesar desse expressivo número de espécies válidas no gênero, no Brasil, somente seis são encontradas associadas às culturas, a saber: *P. brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schurmans Stekhoven, 1941, *P. vulnus* Allen & Jensen, 1951,

P. zae Grahnan, 1951, *P. penetrans* (Cobb, 1917) Chitwood & Oteifa, 1952, *P. coffeae* (Zimmermann, 1898) Goodey, 1959, e *P. jaehni*.

Em regiões produtoras de citros do mundo, três espécies de *Pratylenchus* já foram consideradas pragas-chave da citricultura (DUNCAN & COHN, 1990), a saber: *P. coffeae*, *P. brachyurus* e *P. vulnus*, sendo que as três ocorrem no Brasil (FERRAZ, 1999, GONZAGA, 2006). Contudo, não há registros da ocorrência dessas espécies em citros, no País.

O registro de *P. jaehni* em citros elevou para quatro o rol das espécies de *Pratylenchus* alistadas como patógenos atuais ou potenciais dos citros no Brasil, e os dados de estudos recentes indicam que essa espécie é muito mais danosa para os citros que *Tylenchulus semipenetrans* (CAMPOS, 2002; SANTOS et al., 2005).

A ocorrência de *Pratylenchus* spp. em citros também tem sido registrada nos EUA (O'BANNON et al., 1972), na Índia (SIDDIQI, 1964), no Japão (YOKOO & YKEGEMI, 1966), na África do Sul (MILNE, 1982) e em Taiwan (HUANG & CHANG, 1976). Os danos causados por *P. coffeae* à citricultura da Flórida têm sido limitados a poucos produtores (O'BANNON & TARJAN, 1985). Segundo DUNCAN [DUNCAN, L. W. (University of Florida. Citrus Research and Education Center, 700 Experiment Station Rd. Lake Alfred, FL 33850, USA). Comunicação pessoal, 2000], isso se deve a um criterioso programa de certificação de mudas que vem sendo praticado naquela região. Esse pesquisador, no entanto, admite que, em pomares atacados, não se dispõe, no presente, de medidas técnica e economicamente viáveis de controle. Em outras regiões citrícolas do mundo, a exemplo da África do Sul, embora presente, o nematóide não vem causando perdas economicamente significativas (MILNE, 1982).

Pratylenchus jaehni é encontrado em pomares de laranjas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em São Paulo, Minas Gerais e no Paraná (CALZAVARA & SANTOS, 2005; SANTOS et al., 2005; MACEDA et al., 2006). Embora *P. brachyurus* e *P. zae* também sejam encontrados em amostras oriundas de pomares cítricos no Estado de São Paulo, freqüentemente, essas espécies estão associadas às plantas invasoras dos pomares (SANTOS et al., 2005).

Para a identificação das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* que ocorrem no Brasil, GONZAGA (2006) separou-as em dois grupos, de acordo com o número de anéis na região labial, sendo o primeiro com dois anéis, composto por *P. brachyurus*, *P. coffeae* e *P. jaehni*, e o segundo com mais de dois anéis composto por *P. zaeae*, *P. penetrans* e *P. vulnus*. Como *P. brachyurus* é uma espécie partenogenética cujos machos são raríssimos, o processo de identificação de *P. jaehni* consiste em separá-la das subpopulações de *P. coffeae*, já que ambas são espécies anfimíticas com abundante presença de machos. Em *P. jaehni*, a cauda hemisférica com término liso e o comprimento do estilete menor que 15,5 µm diferencia-o de *P. coffeae*, cuja cauda é truncada e o estilete maior que 15,5 µm (SANTOS et al., 2005; GONZAGA, 2006).

Em estudo realizado no Paraná, enfocando os nematóides dos citros, MACEDA et al. (2006) observaram que o nematóide dos citros (*T. semipenetrans*) estava presente em 94,44% das 195 amostras coletadas em pomares do Estado, e o nematóide das lesões radiculares dos citros (*P. jaehni*), em 16, 66%. Em São Paulo, CAMPOS (2002) constatou que mais de 30% dos viveiros a céu aberto do Estado, de um total de 595 analisados, estavam infestados por *T. semipenetrans*, e mais de 70% dos pomares comerciais estavam infestados por esse nematóide. Constatou também que *P. jaehni* é a espécie predominante dos nematóides das lesões radiculares na citricultura paulista e que pelo menos sete viveiros a céu aberto comercializavam mudas infestadas por *P. jaehni* no Estado.

A faixa de hospedeiros de *P. jaehni* ainda é pouco conhecida, e isso dificulta o manejo de solos de velhos pomares infestados por ocasião da renovação dos pomares (SANTOS et al., 2005). JESUS et al. (2002) estudaram a multiplicação de *P. jaehni* em espécies florestais e concluíram que a uva-japonesa (*Hovenia dulci*) e o ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) são hospedeiras dessa espécie. CALZAVARA et al. (2007) estudaram a hospedabilidade das plantas daninhas capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), picão preto (*Bidens pilosa* L.), caruru (*Amaranthus viridis* L.), carrapicho-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.) e das culturas de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown], amendoim (*Arachis hypogaea* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), mamona (*Ricinus*

communis L.), cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), soja (*Glycine max* L.), milho (*Zea mays* L.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), braquiária (*Brachiara decumbens* Stapf.), a *P. jaehni*. Concluíram que as espécies de plantas daninhas testadas, assim como as culturas de amendoim, sorgo, algodão, mamona, cana-de-açúcar, capim-colonião e a braquiária não são hospedeiras do nematóide.

Segundo CAMPOS (2007), as condições de temperatura e precipitação pluviométricas são fatores ambientais que regulam a população de *T. semipenetrans* e *P. jaehni* no Estado de São Paulo, sendo que os níveis populacionais mais baixos foram detectados no verão (dezembro – março), correspondendo aos meses mais quentes e chuvosos, enquanto os picos de população dos nematóides ocorreram nos meses mais frios e secos.

2.2 Perdas Causadas por Nematóides em Citros

Se a penetração de *Pratylenchus* spp. ocorre pela extremidade da raiz, geralmente há quebra de dominância apical, induzindo o surgimento de raízes laterais (SIDDIQI, 1972). No campo, plantas jovens de citros infectadas por *P. coffeae* exibiram diferenças de crescimento que variaram de 49 a 80 %, nos quatro primeiros anos, dependendo do porta-enxerto. O número de frutos entre plantas infectadas e não-infectadas, nos primeiros anos de colheita, variou de três a 20 vezes (O'BANNON & TOMERLIN, 1973).

As estimativas das perdas anuais causadas pelos nematóides dos citros, em termos mundiais, chegam a 14,2 %, embora essas estimativas tenham sido publicadas no final da década de 1980 (SASSER & FRECMANN, 1987). Em outras regiões produtoras do mundo, a exemplo da Flórida – EUA, as introduções de porta-enxertos resistentes, somadas a programas de certificação de mudas, resultaram em significativo avanço no controle dessas pragas. Contudo, no Brasil, tradicionalmente, os nematóides dos citros foram ignorados (SANTOS et al., 2005).

Na opinião de O'BANNON & TARJAN (1973), o impacto de *T. semipenetrans*, agente causal do “declínio lento dos citros”, permaneceu obscuro até que o emprego de

nematicidas, em pré e pós-plantio, evidenciou a importância dessa praga. Na parte aérea das plantas, os sintomas da doença são expressos na forma de folhas e frutos menores do que nas plantas saudáveis, seguidos de depauperamento gradual da planta. A clorose e o enrolamento de folhas, e a morte descendente das plantas são sintomas adicionais que refletem pobre desenvolvimento de raízes e apodrecimento de radículas, resultantes da interação dos nematóides com fungos, bactérias e outros microrganismos da rizosfera, concorrendo para a deterioração do sistema radicular (NYCZEPIR & BECKER, 1998). Além disso, esses autores ainda mencionaram que plantas infectadas se tornam mais suscetíveis a estresses de causas bióticas e abióticas, tais como fungos, períodos prolongados de seca, salinidade e outros. Com efeito, O'BANNON et al. (1967) mencionam a ocorrência de interação sinérgica entre *T. semipenetrans* e *Fusarium* spp.

Em termos quantitativos, as perdas causadas por *T. semipenetrans* em pomelos, no Texas - EUA, foram estimadas por TIMMER & DAVIS (1982). Esse estudo evidenciou a existência de correlação negativa ($r = -0,47$ e $P < 0,01$) entre a população do nematóide no solo (número de nematóides/100 cm³) e a produção em kg/árvore. Os dados obtidos ajustaram-se ao seguinte modelo exponencial: $y = 160,3e^{-0,0000429x}$, onde y = à produção em kg/árvore e x = ao número de nematóides/100 cm³ da amostra de solo. Contudo, admite-se que *T. semipenetrans* influencia na produção dos citros diferentemente, de acordo com várias circunstâncias, como a população particular do nematóide que ocorre na área, uma vez que são conhecidas três raças desse nematóide, o enxerto, o porta-enxerto e fatores bióticos e abióticos do ambiente (DUNCAN & COHN, 1990; NYCZEPIR & BECKER, 1998). Entretanto, a literatura contém orientações gerais que auxiliam nas interpretações de dados da análise de amostras. Pelas razões mencionadas, são tidas como mais adequadas às regiões onde foram determinadas, embora, usualmente, também influenciam nas decisões alhures. Assim, para a Califórnia - EUA, estimou-se que níveis de população de juvenis de *T. semipenetrans* no solo, inferiores a 800/100g, estavam abaixo do nível de dano econômico, de acordo com VAN GUNDY (1984) pomares com níveis maiores que 1.600 juvenis/100g de solo poderiam responder ao tratamento com nematicidas, enquanto o

tratamento de pomares com níveis de população superiores a 3.600 juvenis/100g de solo poderia aumentar, substancialmente, a produtividade. Naturalmente, essas contagens devem ser feitas nos períodos em que as populações do nematóide alcançam níveis máximos. Citando dados não publicados de Duncan & Noling, DUNCAN & COHN (1990) mencionaram que, em pomares da Flórida, a produção de citros não foi mensuravelmente reduzida quando a população estava abaixo de 2.000 juvenis/100 cm³ das amostras de solo, quando essas eram coletadas nos períodos de pico de população de *T. semipenetrans*. Por outro lado, quando as amostras eram coletadas nos períodos de baixo desenvolvimento das populações, o nível de dano econômico estava em torno de 850 juvenis/100 cm³ da amostra.

Na Califórnia, o número de fêmeas do nematóide por grama de raiz também foi utilizado para a definição dos níveis de dano, sendo que contagens com < 300, entre 700 e 1.400 e > 1.400 fêmeas/g de raízes representavam, respectivamente, níveis baixo, moderado e alto (DUNCAN & COHN, 1990).

No caso específico de *P. jaehni*, as perdas causadas em pomares infestados ainda não foram quantificadas. Todavia, na localidade tipo do nematóide, no município de Itápolis – SP, a porção do pomar infestada pelo nematóide produziu cerca de três vezes menos que a não-infestada (TERSI et al., 1995). Várias plantas morreram ou definharam de tal modo que não mais respondiam aos tratos culturais.

Em 2003, ao norte do Estado de São Paulo, no município de Palestina, reboleiras de plantas infestadas por *P. jaehni*, em condições de elevado déficit hídrico, também exibiram acentuada queda de folhas, sendo que algumas morreram, posteriormente (SANTOS et al., 2005).

2.3 Resistência de Porta-Enxertos

A natureza da resistência de alguns porta-enxertos de citros a *T. semipenetrans* pode estar associada a fatores como: reação de hipersensibilidade celular, devido ao processo alimentar do nematóide, exibido pelos hospedeiros imunes ou altamente resistentes (*P. trifoliata*); formações peridérmicas no córtex em hospedeiros

moderadamente resistentes (citrange Troyer), e um fator tóxico presente no conteúdo líquido dos tecidos das raízes que pode retardar ou inibir o desenvolvimento dos nematóides (VAN GUNDY & KIRKPATRICK, 1964). Segundo estudos realizados por BUCHANAN et al. (2000), existem três fases distintas do processo de resistência fornecida pelas plantas. A primeira constitui-se de uma resposta imediata das células invadidas, sendo caracterizada pela síntese de óxido nítrico, morte celular, indução gênica, rearranjo do citoesqueleto, fosforilação e desfosforilação protéica, e geração de compostos reativos oxigenados. A segunda fase é constituída por uma resposta local e ativação gênica, ocorrendo a paralisação do ciclo celular, síntese de proteínas relativas à patogênese, acúmulo de ácido benzóico e salicílico, produção de etileno e ácido jasmônico, e a fortificação da parede celular. A terceira fase é caracterizada por uma ativação gênica e resposta sistêmica, caracterizada pela formação de (1 → 3) β-glucanases, chitinases, peroxidases e síntese de outras proteínas relacionadas ao processo de resistência.

De acordo com CHANG (1981), que estudou a natureza da resistência de laranja Wampi e Trifoliata em relação à infestação de *T. semipenetrans* em microscopia eletrônica de varredura, todas as lesões eram rapidamente protegidas por uma espessa parede formada na região de penetração do nematóide no sistema radicular. O nematóide era isolado, impedindo seu estabelecimento na planta.

LA MESSESE (1977) relatou que a resistência de *P. trifoliata* ao nematóide dos citros resultou em grande parte pela hipersensibilidade celular do córtex ao estímulo do agressor. Essas células são destruídas e, devido a este fato, a evolução do juvenil infestante fica comprometida e, assim, o inóculo preexistente no solo é suprimido. Entretanto, se a infestação é muito elevada, as plantas consideradas resistentes podem sofrer danos maiores que as tidas como suscetíveis.

BAINES (1974) estudou a suscetibilidade de oito porta-enxertos de citros ao nematóide *T. semipenetrans* e observou que o mais suscetível foi o limão Rugoso com 19,8 fêmeas adultas por cm de raiz e com uma redução no peso de 51,6%. O mais tolerante dos porta-enxertos foi a laranja Azeda com uma média de 7,7 fêmeas adultas por cm de raiz e sem perdas significativas no peso das raízes.

SILVA & FERRAZ (1980) estudaram o comportamento dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo', tangerina Cleópatra, *P. trifoliata*, citrange Troyer e citrumelo. Os níveis de inoculação foram de 500; 2.350 e 9.500 juvenis por planta. Um ano após a inoculação, a população do nematóide foi determinada por grama de raízes. Os dados mostraram que *P. trifoliata* e *citrumelo* foram altamente resistentes, independentemente do nível populacional inoculado.

SALIBE (1996), estudando as reações de 12 porta-enxertos de citros ao nematóide *T. semipenetrans*, observou que o nematóide não encontrou condições adequadas para se estabelecer nas raízes do Trifoliata e citrumelo Swingle. Contudo, desenvolveu-se favoravelmente nas raízes de todas as variedades de porta-enxertos do gênero *Citrus* estudadas. Esses estudos, visando o desenvolvimento de porta-enxertos resistentes ao nematóide dos citros (*T. semipenetrans*), já permitiram a seleção de diferentes materiais resistentes que, inclusive, já são indicados como alternativa de manejo desse nematóide (VAN GUNDY et al., 1964; BAINES, 1974; LA MESSESE, 1977; SILVA & FERRAZ, 1980; CHANG, 1981; SALIBE, 1996).

Para *P. jaehni*, entretanto, os estudos são incipientes. Com efeito, CALZAVARA et al. (2007) realizaram a primeira avaliação da resistência de porta-enxertos a *P. jaehni*. Seis porta-enxertos foram avaliados com base no fator de reprodução do nematóide, aos 220 dias após a inoculação com 3.000 espécimes por muda, em casa de vegetação. Foram avaliados os porta-enxertos: limoeiro 'Cravo', tangerina 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex. Tanaka), tangerina 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex. Tanaka), Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.], citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) e citrange 'Carrizo' (*P. trifoliata* x *C. sinensis*). À exceção do limoeiro 'Cravo', os demais porta-enxertos testados foram resistentes ao nematóide.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição e Documentação dos Sintomas em Raízes e Parte Aérea de Plantas Infectadas por *Pratylenchus jaehni*

Os sintomas, na parte aérea de plantas de laranjeira (*Citrus sinensis* Osbeck) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck vr. Cravo) foram documentados com o auxílio de uma câmara fotográfica digital da marca Sony modelo Cyber-shot com 5.0 mega pixels de resolução máxima. Os sintomas nas raízes das plantas infectadas foram fotomicrografados, utilizando-se de um sistema de aquisição de imagem constituído por uma câmara digital de vídeo Sony Hiper HAD sobre um estereoscópio Olympus SZ-PT, acoplada a um microcomputador.

3.2. Resistência de Porta-Enxertos Cítricos a *Pratylenchus jaehni* em Casa de Vegetação

3.2.1. Multiplicação e Preparo do Inóculo

O nematóide foi multiplicado *in vitro*, em cilindros de cenoura, segundo a técnica descrita por GONZAGA et al. (2006), a partir de uma amostra da população topotipo recuperada de raízes de laranjeira enxertada sobre limoeiro 'Cravo', utilizando-se da técnica COOLEN & D'HERDE (1972). Os nematóides foram axenizados com ampicilina a 0,1% e inoculados assepticamente nos cilindros de cenoura acondicionados em vidros de 100 mL, previamente tampados com papel alumínio e autoclavados a 120 °C e 1 atm de pressão, por 20 minutos. A seguir, foram incubados a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ em B.O.D.,

no escuro por, no mínimo, 90 dias. Então, os nematóides foram extraídos dos cilindros de cenoura pela técnica de COOLEN & D'HERDE (1972).

A concentração dos nematóides na suspensão aquosa obtida foi determinada com auxílio da câmara de contagem de Peters, ao microscópio fotônico, e ajustada para 300 espécimens/mL.

3.2.2. Inoculação, Condução do Teste e Avaliação

Seis porta-enxertos, fornecidos pelo Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), foram avaliados, a saber: limoeiro 'Cravo', tangerina 'Cleópatra' (*C. reshni* Hort. ex. Tanaka), tangerina 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex. Tanaka), Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.], citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) e citrange 'Carrizo' (*P. trifoliata* x *C. sinensis*). No ato do transplante das mudas individuais (cavalinhos), para vasos de argila de cinco litros de capacidade contendo uma mistura de terra e areia 1:1, previamente autoclavada, 10 mL da suspensão contendo 300 espécimens de *P. jaehni* por mL [3.000 espécimens por vaso, doravante referidos como a população inicial (Pi)], obtida como descrito no item anterior, foram aplicados sobre as raízes das mudas com auxílio de uma pipeta automática.

Utilizaram-se dez repetições por porta-enxerto, sendo cada repetição constituída por uma planta. Os vasos foram mantidos na casa de vegetação e irrigados diariamente por 220 dias. Ao final desse período, foi realizada a avaliação, coletando-se uma repetição por tratamento de cada vez. No ato da coleta, o substrato de cada vaso foi homogeneizado, e uma alíquota de 100 cm³ foi retirada para a extração e estimativa da população dos nematóides no substrato, utilizando-se da técnica de JENKINS (1964). A massa de matéria fresca das raízes foi determinada, e os nematóides, extraídos pelo método de COOLEN & D'HERDE (1972) de uma alíquota de 10 g. A população final dos nematóides (Pf) por vaso foi o somatório da estimativa do número de nematóides nas raízes e no substrato. O fator de reprodução do nematóide (FR) foi determinado conforme COOK & EVANS (1987), pela razão Pf/Pi. Os porta-enxertos que propiciaram

valores de $FR < 1$ foram considerados resistentes, enquanto aqueles com $FR > 1$ foram considerados suscetíveis.

3.3. Estudo da Faixa de Hospedeiros de *Pratylenchus jaehni* em Casa de Vegetação

Plantas de espécies cultivadas e de plantas daninhas de ocorrência comum em pomares paulistas foram inoculadas e avaliadas quanto ao seu potencial de hospedabilidade a *P. jaehni* (Tabela 1). Dez mudas de cada espécie foram individualmente transplantadas para vasos de 2,5 L, contendo uma mistura de terra/areia 1:1, previamente autoclavada. No ato do transplante, foram inoculadas com 10 mL/planta da suspensão de *P. jaehni*, contendo as formas ativas de todos os estádios de desenvolvimento, correspondentes à população inicial (P_i), multiplicada *in vitro* em cilindros de cenoura, como descrito no item 3.2.1, conforme estipulado na Tabela 1.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, por 90 dias. Ao final desse período, os nematóides foram extraídos das raízes de cada planta pela técnica de COOLEN & D'HERDE (1972) e de uma alíquota de 100 cm³ do substrato de cada vaso, para a estimativa da população final (P_f) e para o cálculo do fator de reprodução ($FR = P_f/P_i$), conforme COOK & EVANS (1987). As espécies que proporcionaram valores de $FR > 1$ foram consideradas suscetíveis, e aquelas com $FR < 1$ foram consideradas resistentes ao nematóide.

Tabela 1. Espécies de plantas e níveis de população inicial (Pi) de *Pratylenchus jaehni* empregados no estudo da faixa de hospedeiros do nematóide em casa de vegetação.

Espécies Inoculadas		(Pi)*
Nome Comum	Nome Científico	
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Brown	2.000
Amendoim	<i>Arachis hypogea</i> L.	2.000
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> L.	2.000
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	2.000
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	2.000
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum</i> sp.	2.000
Soja	<i>Glycine Max</i> L.	3.000
Milho	<i>Zea mays</i> L.	3.000
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	2.000
Panicum	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	1.000
Braquiária	<i>Brachiara decumbens</i> Stapf	1.000
Capim-carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2.000
Picão-Preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	2.000
Caruru	<i>Amaranthus viridis</i> L.	2.000
Carrapicho-carneiro	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	2.000
Tamarindeiro	<i>Tamarindus indica</i> L.	3.000
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	3.000
Mamoeiro	<i>Carica papaya</i> L.	3.000
Maracujazeiro	<i>Passiflora edulis</i> Sims	3.000
Pessegueiro	<i>Prunus persicae</i> L.	3.000

*A população inicial do nematóide continha as formas ativas de todos os estádios de desenvolvimento.

3.4. Influência do Nível de Inóculo de *Pratylenchus jaehni* no Desenvolvimento de Plantas Jovens de Laranjeira 'Valência' Enxertadas sobre Limoeiro 'Cravo' em Microparcelsas a Campo

Este estudo foi conduzido a campo no Sítio das Antas, localidade tipo de *P. jaehni*, situado no Município de Itápolis – SP. Com base em acordo prévio com o proprietário, 60 plantas de cerca de 15 anos de idade, em uma grande reboleira, foram removidas da área, e as microparcelsas foram instaladas no mesmo espaçamento da cultura.

3.4.1 Remoção das Plantas de Laranjeira Infectadas na Localidade Tipo de *Pratylenchus jaehni* e Instalação das Microparcelsas

As plantas de laranjeira foram arrancadas e removidas da área com auxílio de uma pá-carregadeira. Para a instalação das microparcelsas, foram abertas trincheiras com 2,00 m de comprimento, 2,00 m de largura e profundidade de 1,40 m. Essa etapa foi realizada com auxílio de uma retroescavadeira. Em seguida, duas manilhas de concreto nas dimensões de 1,20 m de diâmetro e 0,7 m de altura foram colocadas sobrepostas em cada trincheira, com auxílio de um guincho acoplado a um trator, tomando-se o cuidado de colocá-las umas sobre as outras com exatidão.

Cada microparcelsa tinha as dimensões finais de 1,40 m de profundidade e 1,20 m de diâmetro, deixando-se apenas 20 cm acima do nível do solo para evitar contaminação por meio de enxurradas. O solo removido na abertura das trincheiras foi usado para o preenchimento das microparcelsas, tomando-se o cuidado de se manter, ao máximo possível, a distribuição normal das camadas do perfil do solo. Essa etapa foi realizada com um trator equipado com pá-carregadeira (Figura 1).



Figura 1. Trator equipado com pá-carregadeira utilizado para o preenchimento das manilhas no processo de construção das microparcelas (a seta indica uma microparcela pronta).

3.4.2 Tratamento do Solo com Vapor

Após o preenchimento das 60 microparcelas, seis delas, escolhidas ao acaso, foram amostradas com um trado nas profundidades de 0 - 20; 20 - 40 e 40 - 60 cm para a estimativa da população dos nematóides no solo. Os nematóides foram recuperados de uma alíquota de 100 cm³ de cada amostra, pela técnica de JENKINS (1964). Os nematóides nas suspensões obtidas foram identificados, e as populações médias foram estimadas, respectivamente, em 1.472; 1.076 e 736 espécimens. Os nematóides presentes foram *P. jaehni*, *T. semipenetrans*, *Aphelenchoides* sp., *Aphelenchus* sp., *Mesocriconema* sp., *Xiphinema* sp. e nematóides de vida livre.

A seguir, o solo contido nas microparcelas foi tratado com vapor produzido por uma caldeira móvel COPEC, modelo CE 3000 (Figura 2).



Figura 2. Caldeira móvel a diesel utilizada para o tratamento do solo das microparcels com vapor (COPEC - Indústria e Comércio de Caldeiras Ltda. Espírito Santo do Pinhal - SP).

Para a aplicação uniforme do vapor nas microparcels, foram confeccionados dispositivos compostos por quatro canos de metal de $\frac{3}{4}$ de polegada de diâmetro (19 mm) e 90 cm de comprimento, perfurados e interligados (Figura 3A). Os furos foram feitos a intervalos de 10 cm em cada um dos quatro canos, para possibilitar a passagem do vapor, visando o tratamento uniforme do solo contido nas microparcels. Esses dispositivos foram enfincados no solo dentro das microparcels (Figura 3B), e o vapor foi aplicado como ilustrado na Figura 3C, tendo sido recoberta com uma lona plástica de 120 μ m de espessura para a retenção do vapor, por um período de 24 horas (Figura 3D).



Figura 3. Tratamento do solo das microparcelsas com vapor. A) Dispositivo para a aplicação do vapor em profundidade. B) Dispositivo fincado no solo para possibilitar a aplicação uniforme do vapor em profundidade. C) Aplicação do vapor produzido por uma caldeira móvel. D) Microparcelsa coberta com lona plástica de 120 μm de espessura para a retenção do vapor.

No decorrer da aplicação do vapor, a temperatura do solo foi monitorada, tendo alcançado cerca de 100 °C. O vapor foi aplicado ao solo das microparcelsas protegidas com a lona plástica, à temperatura de 170 °C e pressão de 8,2 kgf/cm², por 30 minutos.

Uma semana após o tratamento do solo com vapor, coletaram-se novamente, amostras nas profundidades de 0 - 20; 20 - 40 e 40 - 60 cm. As amostras foram processadas conforme técnica de JENKINS (1964) e não foram constatadas quaisquer formas ativas de nematóides no solo das microparcelsas.

3.4.3. Transplante das Mudas de Laranjeira 'Valência' Enxertadas Sobre Limoeiro 'Cravo' nas Microparcels e Inoculação

No ato do transplante (um mês após o tratamento) das mudas para as microparcels, foi realizada a inoculação com níveis crescentes de inóculo de *P. jaehni*, em escala logarítmica, a saber: 0 (zero); 10; 100; 1.000; 10.000; 100.000 espécimens do nematóide por muda individual em cada microparcels, preparado como descrito no item 3.2.1. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 10 repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta por microparcels. O experimento foi irrigado uma vez por semana, com auxílio de um carro-pipa, até o pegamento das mudas.

Para a inoculação, cada muda foi removida do saco plástico (Figura 4A) e 10 mL de suspensão do inóculo do nematóide, em cada nível adotado, foram distribuídos uniformemente sobre as raízes das mudas, com auxílio de uma pipeta automática (Figura 4B). Imediatamente após, a muda foi transplantada na microparcels (Figura 4C) e irrigada como anteriormente mencionado. A Figura 4D contém uma vista parcial do experimento logo após a instalação.

3.4.4. Avaliações do Desenvolvimento das Plantas

A partir de 90 dias após a inoculação, iniciaram-se as avaliações a intervalos aproximados de 30 dias. As variáveis analisadas foram: altura das plantas (cm), diâmetro do caule na base da planta (mm), volume da copa (cm³) e diâmetro da segunda pernada (mm).

A altura das plantas foi avaliada com auxílio de uma trena, medindo-se a distância correspondente ao nível do solo até à extremidade superior da copa, e os diâmetros foram medidos com um paquímetro. Para o cálculo do volume da copa (*V*), foi medida a altura da planta no sentido do maior comprimento longitudinal, e a maior largura, no sentido transversal.



Figura 4. Processo de inoculação de *Pratylenchus jaehni* nas mudas de citros em microparcelas a campo. A) Remoção do saco plástico da muda produzida em substrato orgânico, em ambiente protegido. B) Aplicação do inóculo em 10 mL de suspensão sobre as raízes da muda, com auxílio de uma pipeta automática. C) Transplante imediato da muda na microparcela. D) Vista parcial do experimento após a inoculação.

Os valores foram aplicados à equação (1) conforme O'BANNON & TOMERLIN (1973).

$$V = \frac{H \times W^2}{4} \quad (1)$$

Em que: V é o volume da copa (cm^3), H é a altura da copa e W é a largura.

Os dados relativos às variáveis consideradas foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se do software SAS v.8.02 (1999), sendo que os valores da variável independente (níveis de inóculo) foram transformados em log do número de nematóides.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição e Documentação dos Sintomas de Laranjeiras Infectadas por *Pratylenchus jaehni*

Os sintomas na parte aérea estão ilustrados na Figura 5A - C. Observa-se baixa densidade foliar. As folhas são menores e, geralmente, não exibem o brilho natural que se observa nas folhas de plantas saudáveis. Os frutos, também, em geral, são menores, (Figura 5B). A densidade da população de *P. jaehni* e de *T. semipenetrans* no solo da rizosfera e nas radículas de ambas as plantas ilustradas na Figura 5C foi determinada. Na planta da direita, exibindo maior intensidade de clorose, foi encontrada uma densidade de população de *P. jaehni* nas radículas, estimada em 4.320 espécimes por 10 g, conforme consta na mencionada ilustração, enquanto na planta da esquerda, menos clorótica, foram estimados 2.320 espécimes por 10 g de radículas. No caso de *T. semipenetrans*, nas radículas da planta mais clorótica, foi encontrada uma população muito mais baixa que na planta menos clorótica da esquerda, sugerindo existir uma correlação inversa entre os níveis de população desses dois nematóides em raízes de citros. Com efeito, *T. semipenetrans* é um nematóide semi-endoparasito sedentário, enquanto *P. jaehni* tem hábito endoparasito migrador, de cuja ação resulta intensa morte de radículas (Figura 6). Por conseguinte, as fêmeas sedentárias de *T. semipenetrans*, em seus sítios de alimentação, nas radículas, também morrerão, enquanto os espécimes de *P. jaehni* migrarão para o solo em busca de outras raízes.

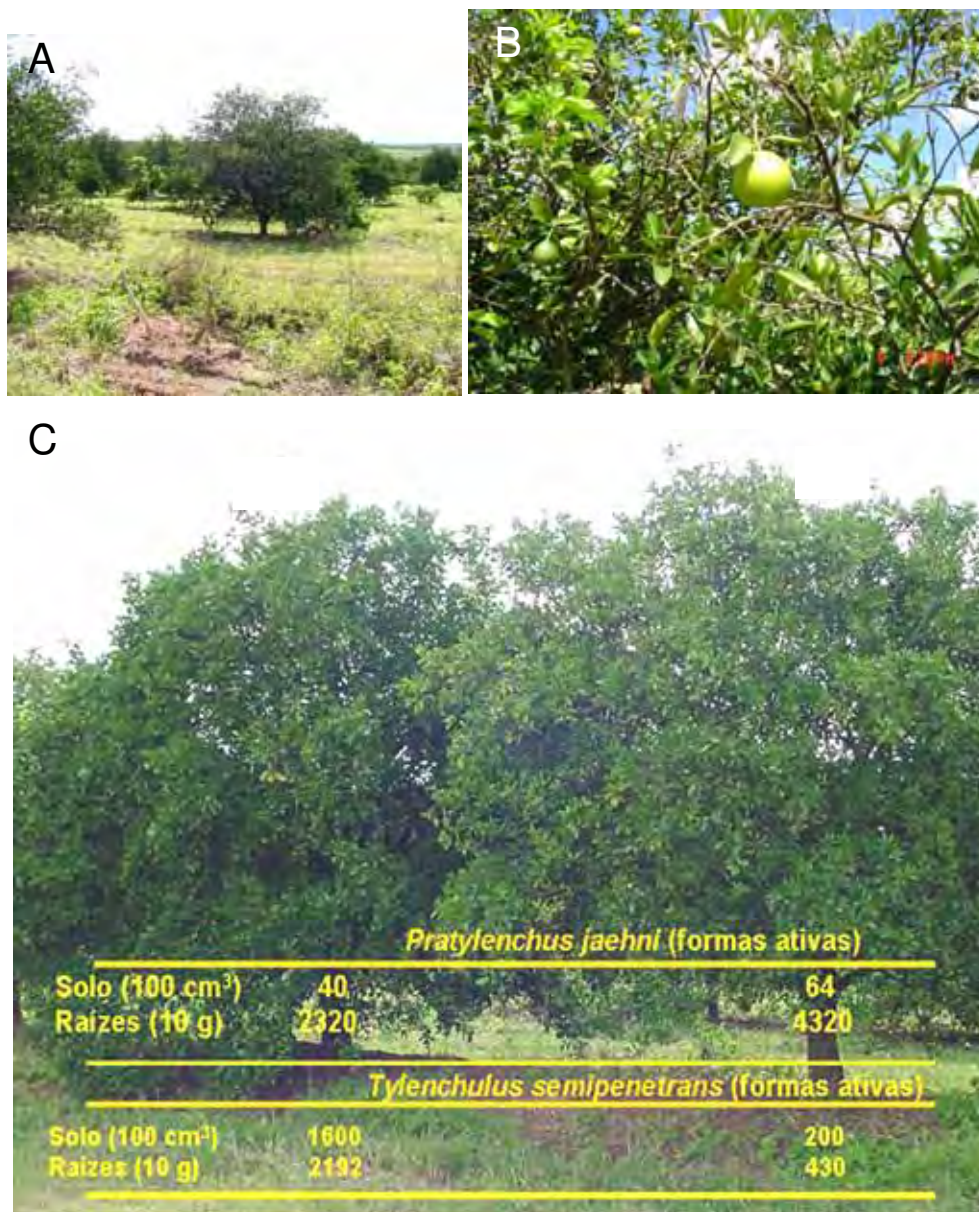


Figura 5. Plantas de laranjeira 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', exibindo sintomas da infecção pelos nematóides-chave dos citros no Brasil (*Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni*), na parte aérea. A) Baixa densidade de folhas, folhas menores e depauperamento progressivo. B) Frutos menores. C) Clorose generalizada mais pronunciada na planta da direita e clorose menos intensa na planta da esquerda, com as estimativas das populações dos nematóides dos citros associadas a cada uma delas.

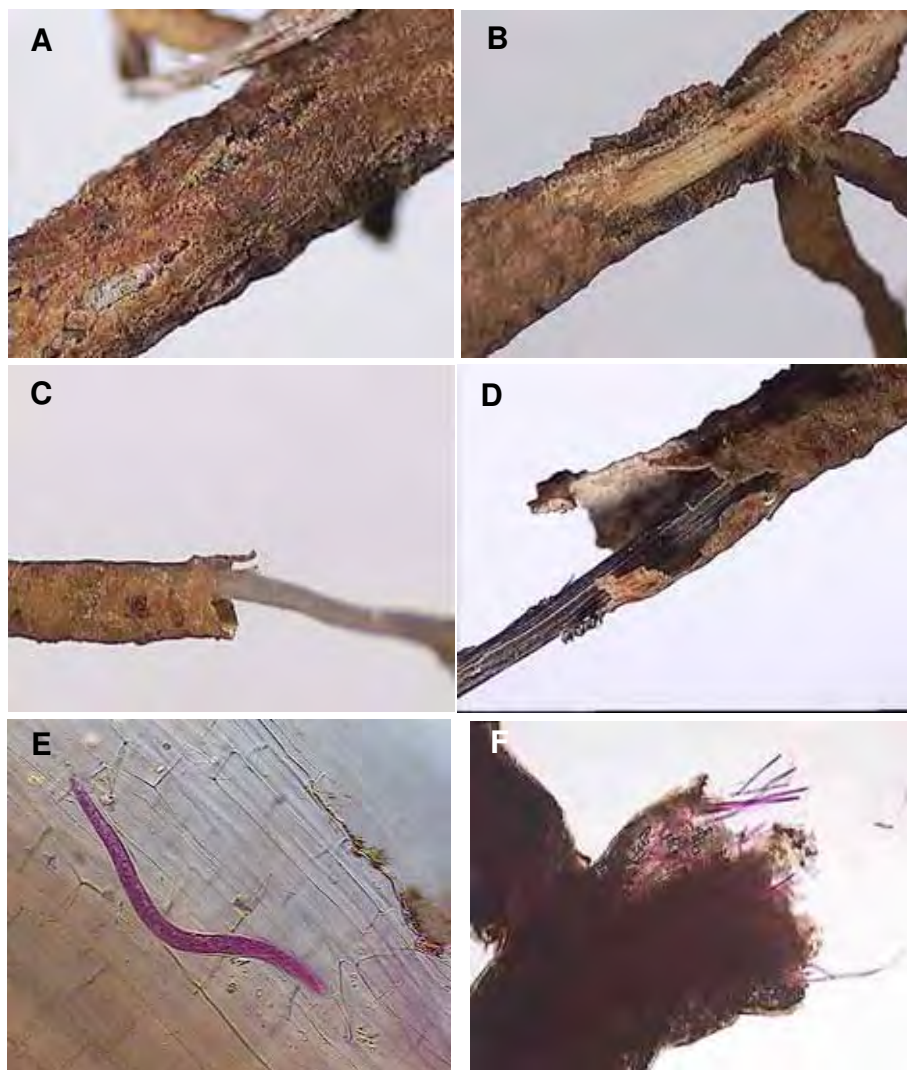


Figura 6. Radicelas de laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', exibindo sintomas e sinais da infecção por *Pratylenchus jaehni*. A – D) Variação dos sintomas de radicelas infectadas, exibindo desde lesões externas (A) até a necrose total da radícula (D). E – F) Coloração *in situ* de *P. jaehni* em raízes de citros.

Em condição de déficit hídrico acentuado, ocorre a queda prematura das folhas em plantas atacadas por *P. jaehni* (Figura 7A). Intensas necroses e morte de radicelas são também observadas em tais situações, conforme ilustrado na Figuras 6 e 7B e C.

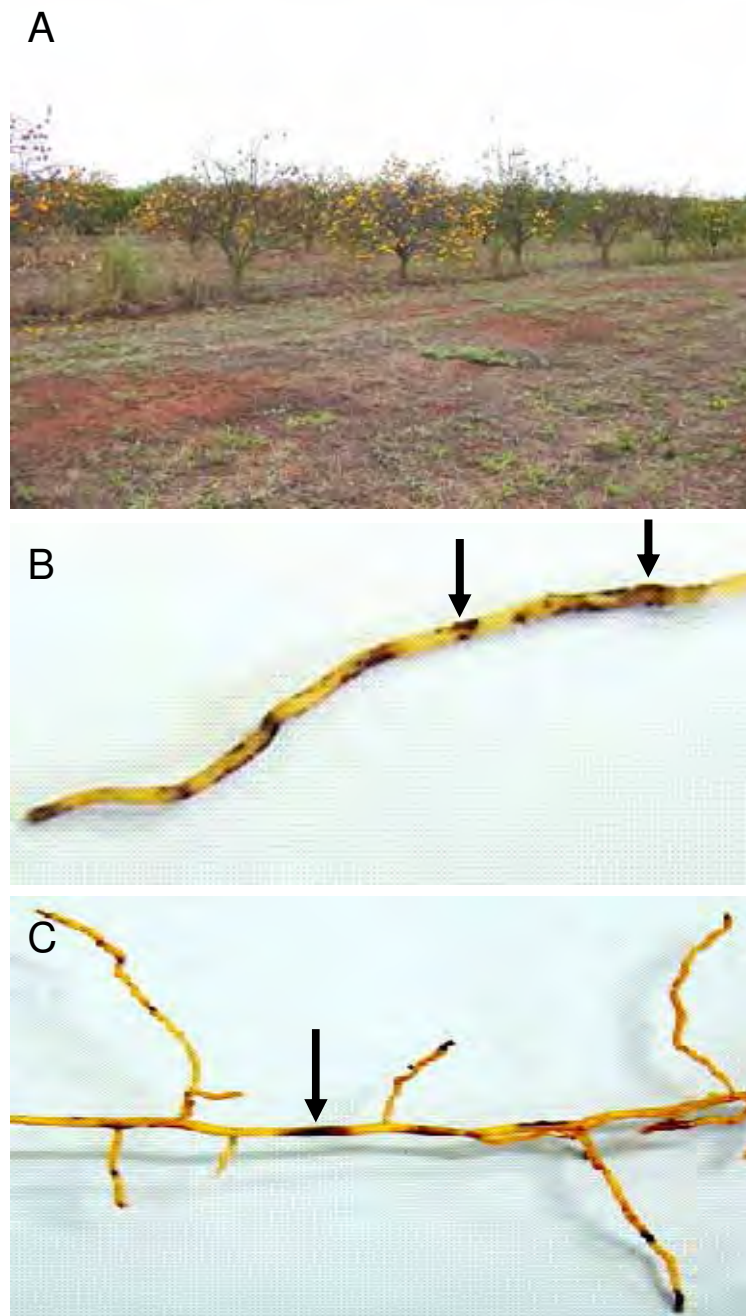


Figura 7. Sintomas da infecção de plantas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', infectadas pelos nematóides dos citros *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni*. A) Reboleiras exibindo sintomas severos na parte aérea. B e C) Radicelas exibindo necroses causadas por *P. jaehni*.

4.2 Resistência de Porta-Enxertos de Citros a *Pratylenchus jaehni* em Casa de Vegetação

Somente as mudas de limoeiro 'Cravo' exibiram abscisão prematura de folhas e clorose generalizada, conforme ilustrado na Figura 8A. Nas raízes desse porta-enxerto foram observadas necroses alongadas e escuras, conforme ilustrado nas Figuras 6A e B e 7B e C. Os porta-enxertos resistentes não exibiram quaisquer sintomas da infecção nem nas raízes nem na parte aérea (Figura 8B).

Os dados da Tabela 2 evidenciam que o limoeiro 'Cravo' propiciou a maior média da população final do nematóide, aos 220 dias após inoculação, diferindo significativamente dos demais, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Conforme o critério adotado (COOK & EVANS, 1987), o valor médio de FR = 6,83 indica reação de suscetibilidade do limoeiro 'Cravo' ao nematóide, enquanto os demais, com FR < 1, denotam reação de resistência.

Tabela 2. População final de *Pratylenchus jaehni* por vaso (Pf), fator de reprodução (FR) e classificação dos porta-enxertos cítricos em suscetível (S) ou resistentes (R), aos 220 dias após inoculação com 3.000 espécimens/muda.

Porta-enxerto	Pf*	FR	Classificação
Limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck)	20.483	6,83	S
Tangerina 'Cleópatra' (<i>C. reshni</i> Hort. ex. Tanaka)	11	0,00	R
Citrumelo 'Swingle' (<i>C. paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)	19	0,01	R
Tangerina 'Sunki' (<i>C. sunki</i> Hort. ex. Tanaka)	13	0,00	R
'Trifoliata' [<i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.]	16	0,01	R
Citrange 'Carrizo' (<i>P. trifoliata</i> x <i>C. sinensis</i>)	8	0,00	R

* Médias de 10 repetições.

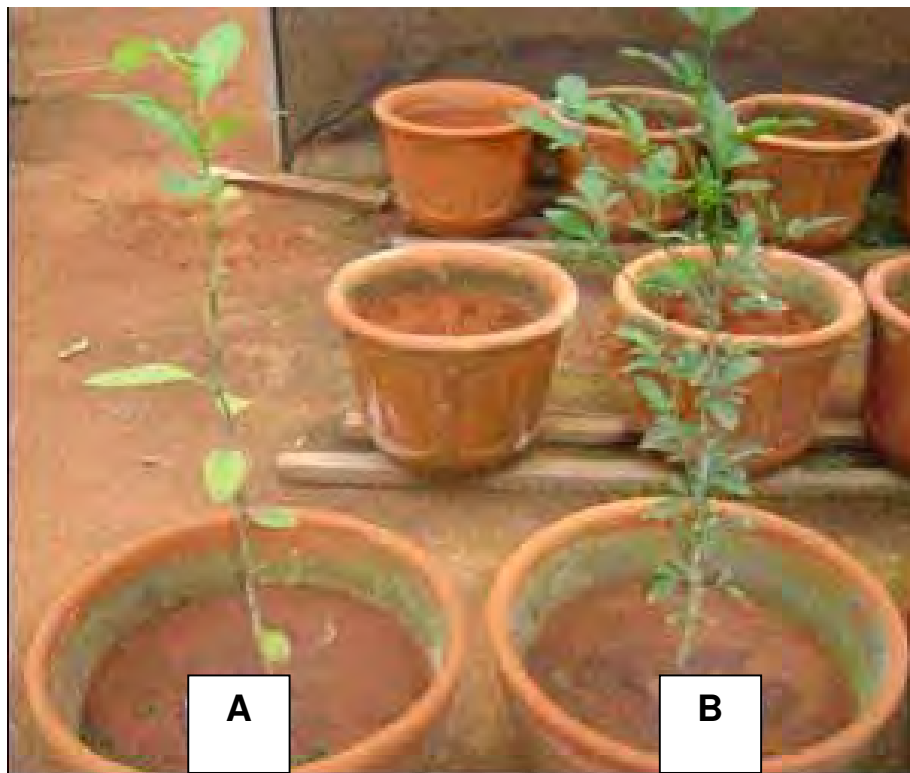


Figura 8. Porta-enxertos de citros aos 220 dias após inoculação com *Pratylenchus jaehni*. A) Limoeiro 'Cravo' suscetível exibindo amarelecimento e abscisão prematura das folhas. B) 'Swingle' resistente.

DEMANT & WILCKEN (2005) estudaram a reprodução de *P. jaehni* e de *P. coffeae* em citros (limoeiro 'Cravo') e cafeeiro, em dois experimentos, e observaram valores de FR para *P. jaehni* de 21,5 e 6,61 em limoeiro 'Cravo', nos dois experimentos, evidenciando a suscetibilidade desse hospedeiro.

Com base nos dados obtidos no presente estudo, a tangerina 'Cleópatra', o citrumelo 'Swingle', a tangerina 'Sunki', o 'Trifoliata' e o citrange 'Carrizo' podem ser usados como porta-enxertos, visando o manejo do nematóide das lesões radiculares dos citros.

Em pomares já implantados, mudas produzidas nesses porta-enxertos podem ser utilizadas no replantio de reboleiras infestadas com *P. jaehni*. Contudo, como evidenciam os dados da Tabela 2, os porta-enxertos resistentes não foram imunes ao

nematóide. Esse fato sugere que a sub-enxertia de plantas infectadas com *P. jaehni*, utilizando esses porta-enxertos, pode favorecer a adaptação da praga ao parasitismo, comprometendo a resistência. Por conseguinte, a subenxertia com esses materiais resistentes deveria ser evitada como prática de manejo de *P. jaehni*.

A renovação de pomares infestados, utilizando-se de mudas enxertadas com porta-enxertos resistentes, deveria ser precedida de medidas que reduzam a população do nematóide para minimizar os riscos de perda da resistência do porta-enxerto por adaptação de *P. jaehni* ao parasitismo, uma vez que a condição de planta perene, por si só, já favorece a pressão de seleção.

Nos pomares que exibem reboleiras de plantas infectadas por *P. jaehni*, a população do nematóide nas plantas centrais, usualmente, é muito mais baixa do que nas plantas da periferia da reboleira. Em geral, os citricultores tradicionais removem as plantas depauperadas do centro das reboleiras para efetuar o replantio. A utilização de porta-enxertos resistentes, nesses casos, poderia ser uma prática de menor risco.

4.3 Estudo da Faixa de Hospedeiros de *Pratylenchus jaehni*

Os valores das populações inicial e final do nematóide, o fator de reprodução de *P. jaehni* nas diferentes espécies inoculadas, assim como as espécies de plantas incluídas no estudo estão alistados na Tabela 3.

Com base nos dados da Tabela 3 e de acordo com os critérios estabelecidos, as espécies que proporcionaram valores de $FR > 1$ foram consideradas suscetíveis e aquelas com $FR < 1$ foram consideradas resistentes. Os dados evidenciaram que o amendoim, o algodão, a mamona, a cana-de-açúcar, assim como as forrageiras *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens* não são suscetíveis a *P. jaehni* e podem ser utilizadas em sucessão com culturas cítricas de pomares infestados, visando o manejo desse nematóide. As espécies de plantas daninhas: capim-carrapicho, picão-preto, caruru e carrapicho-carneiro não são suscetíveis a *P. jaehni*, e a ocorrência dessas espécies nos pomares não favorece o aumento da população do nematóide. As

frutíferas: tamarindeiro, goiabeira, mamoeiro, maracujazeiro e pessegueiro, também se comportaram como resistentes a *P. jaehni* e são opções de cultivo em solos de velhos pomares infestados. O Milheto, soja, milho e *Crotalaria juncea* propiciaram valores de $FR > 1$ e, por conseguinte, são suscetíveis ao nematóide e não devem ser cultivadas nos solos infestados, pois contribuiriam para o aumento do nível populacional de *P. jaehni* e, conseqüentemente, podem comprometer o desenvolvimento da cultura subsequente na área.

O sorgo que apresentou fator de reprodução de *P. jaehni* muito próximo de 1,0 ($FR = 0,96$), embora conceitualmente seja considerado resistente (COOK & EVANS, 1987), em função da alta população de plantas dessa cultura que habitualmente é utilizada, pode resultar em níveis de população final considerados comprometedores para o desenvolvimento de uma cultura suscetível subsequente. Por conseguinte, não se recomenda a utilização de sorgo em programas de manejo de áreas altamente infestados por *P. jaehni*.

Em estudos realizados por McDONALD & Van DEN BERG (1993) foram observados valores de FR para *Pratylenchus brachyurus* em sorgo granífero 'NK 304' muito próximos de 1,0. Porém, estudos de resistência relacionados a essa cultura e *P. brachyurus* evidenciaram resultados contraditórios dependendo do tempo de inoculação, nível de inóculo e genótipos testados (SHARMA & MEDEIROS, 1982). Esses autores encontraram valores de FR , aos 45 dias após a inoculação com 67 espécimens de *P. brachyurus* entre 7,2 e 26,17. Em outros estudos, nas mesmas condições, obtiveram aumentos populacionais discretos ou mesmo supressão da população de *P. brachyurus*.

Em quatro experimentos realizados em condições de casa de vegetação, MOTALAOTE et al. (1987) testaram dez genótipos de sorgo do tipo granífero, quanto à resistência a *P. brachyurus* e observaram que os valores de FR , em cinco dos genótipos testados, variaram de 0,3 a 0,8. Em outros quatro os valores de FR foram de 1,2 a 2,1 e em outro o valor de FR foi muito próximo de 1,0.

Tabela 3. Espécies inoculadas, população inicial (Pi), população final (Pf), fator de reprodução (FR) de *Pratylenchus jaehni* e status do hospedeiro (SH) aos 90 dias após a inoculação.

Espécies Inoculadas	Nome Científico	Pi	Pf	FR	SH
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Brown	2.000	3.480	1,74	S
Amendoim	<i>Arachis hypogea</i> L.	2.000	10	0,00	R
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> L.	2.000	1.920	0,96	R
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	2.000	640	0,32	R
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	2.000	80	0,04	R
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum</i> sp.	2,000	540	0,27	R
Soja	<i>Glycine Max</i> L.	3.000	4.050	1,35	S
Milho	<i>Zea mays</i> L.	3.000	6.840	2,28	S
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	2.000	2.660	1,33	S
Panicum	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	1.000	280	0,14	R
Braquiária	<i>Brachiara decumbens</i> Stapf	1,000	520	0,52	R
Capim-Carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2,000	1.040	0,52	R
Picão-Preto	<i>Bidens pilosa</i> L.	2,000	52	0,02	R
Caruru	<i>Amaranthus viridis</i> L.	2.000	580	0,29	R
Carrapicho-carneiro	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	2.000	200	0,20	R
Tamarindeiro	<i>Tamarindus indica</i> L.	3.000	8	0,00	R
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	3.000	50	0,02	R
Mamoeiro	<i>Carica papaya</i> L.	3.000	20	0,00	R
Maracujazeiro	<i>Passiflora edulis</i> Sims	3.000	10	0,00	R
Pessegueiro	<i>Prunus persicae</i> L.	3.000	143	0,04	R

R = Resistente; S = Suscetível.

4.4. Influência do Nível de Inóculo de *Pratylenchus jaehni* no Desenvolvimento de Plantas Jovens de Laranjeira 'Valência' Enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em Microparcelas a Campo

Na primeira, segunda e terceira avaliações (aos 3; 4 e 5 meses após a inoculação, realizada em janeiro de 2006), as análises de variância da regressão não revelaram efeito significativo para a altura das plantas, em função do logaritmo dos números de nematóides nos diferentes níveis de inóculo adotados. Na quarta avaliação (aos 6 meses) e na décima (aos 12 meses), respectivamente, a análise de variância da regressão foi significativa, a 5% de probabilidade, pelo Teste F, e uma relação linear negativa ocorreu em ambos os casos (Figuras 9A e B). Nas avaliações intermediárias a intervalos regulares de 30 dias (4^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a e 9^a), a análise de variância da regressão não evidenciou efeito significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

Para o diâmetro do tronco (Figuras 10A e B), aos 6 e 12 meses após a inoculação, e para o diâmetro da segunda pernada (Figura 10C), aos 12 meses, as análises de variância da regressão também evidenciaram efeito significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F. Nesses casos, novamente foram observadas relações lineares negativas, evidenciando o efeito danoso do nematóide sobre o desenvolvimento das plantas.

A análise de variância da regressão para o volume da copa e o log dos números de *P. jaehni* inoculados também evidenciaram um efeito significativo aos 6; 11 e 12 meses após a inoculação (Figuras 11A – C).

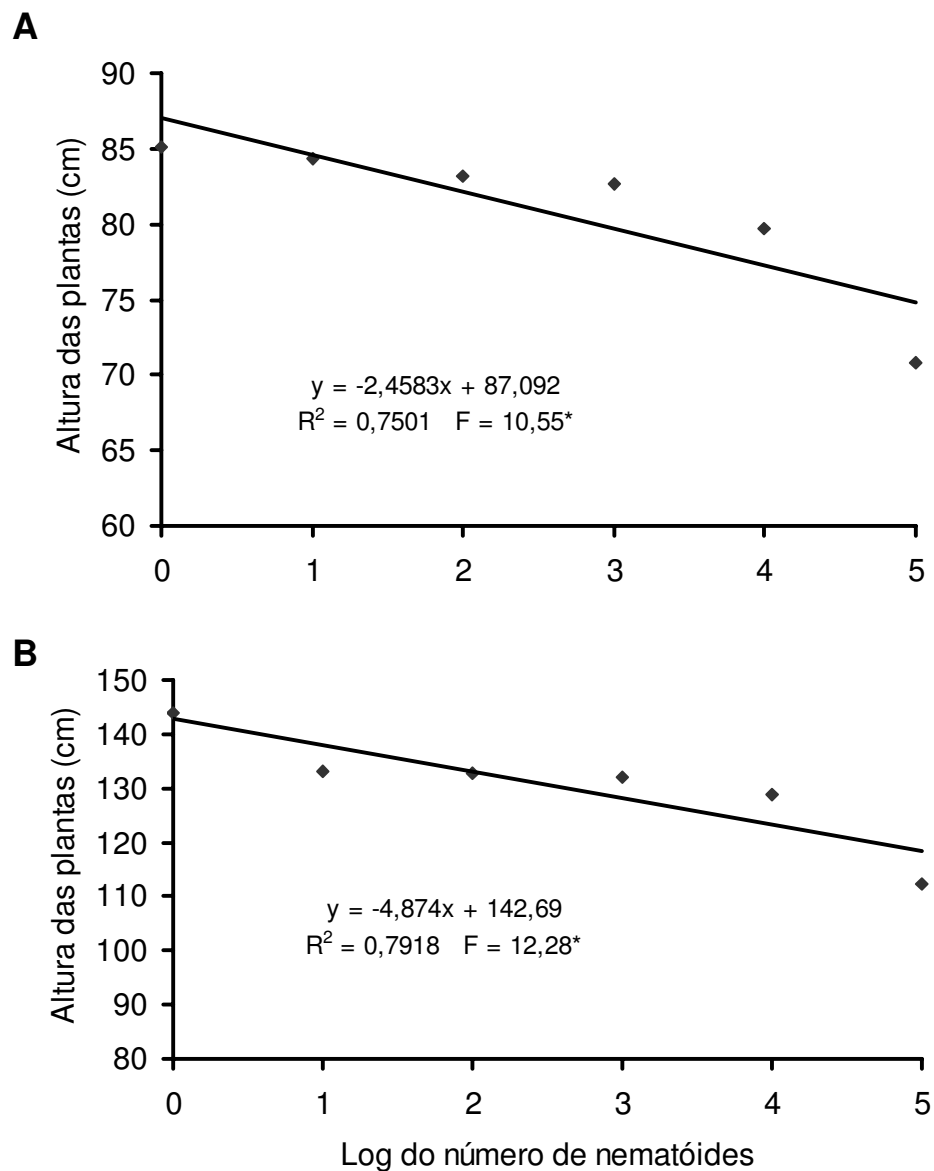


Figura 9. Interação entre altura das plantas e log do número de *Pratylenchus jaehni* inoculado em mudas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em microparcelas a campo. A) Seis meses e B) 12 meses após inoculação realizada em janeiro de 2006.

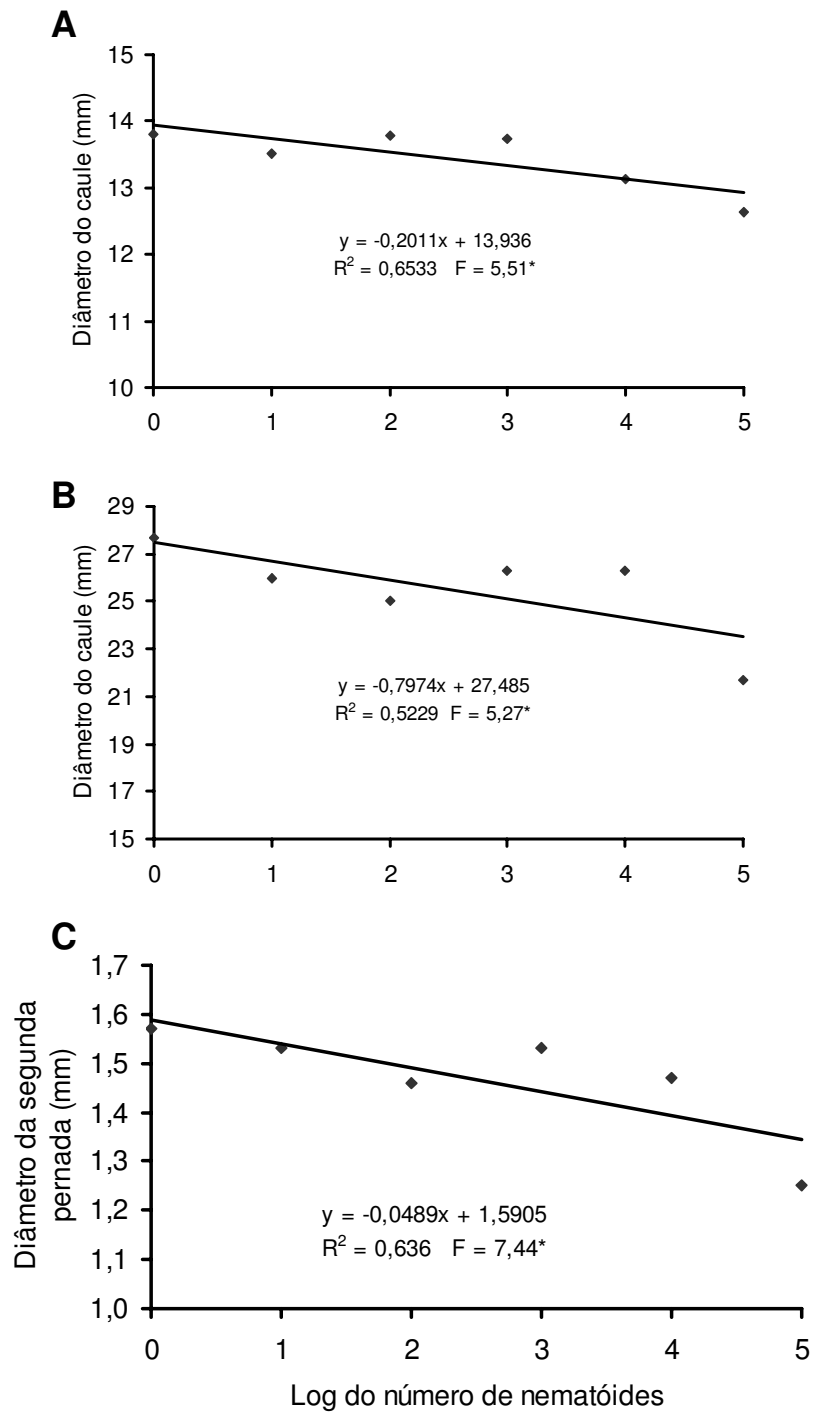


Figura 10. Interação entre o diâmetro do caule e da segunda perna de plantas jovens de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função do log do número de *Pratylenchus jaehni* inoculado. A) Diâmetro do caule aos 6 meses. B) Diâmetro do caule aos 12 meses. C) Diâmetro da segunda perna aos 12 meses após a inoculação.

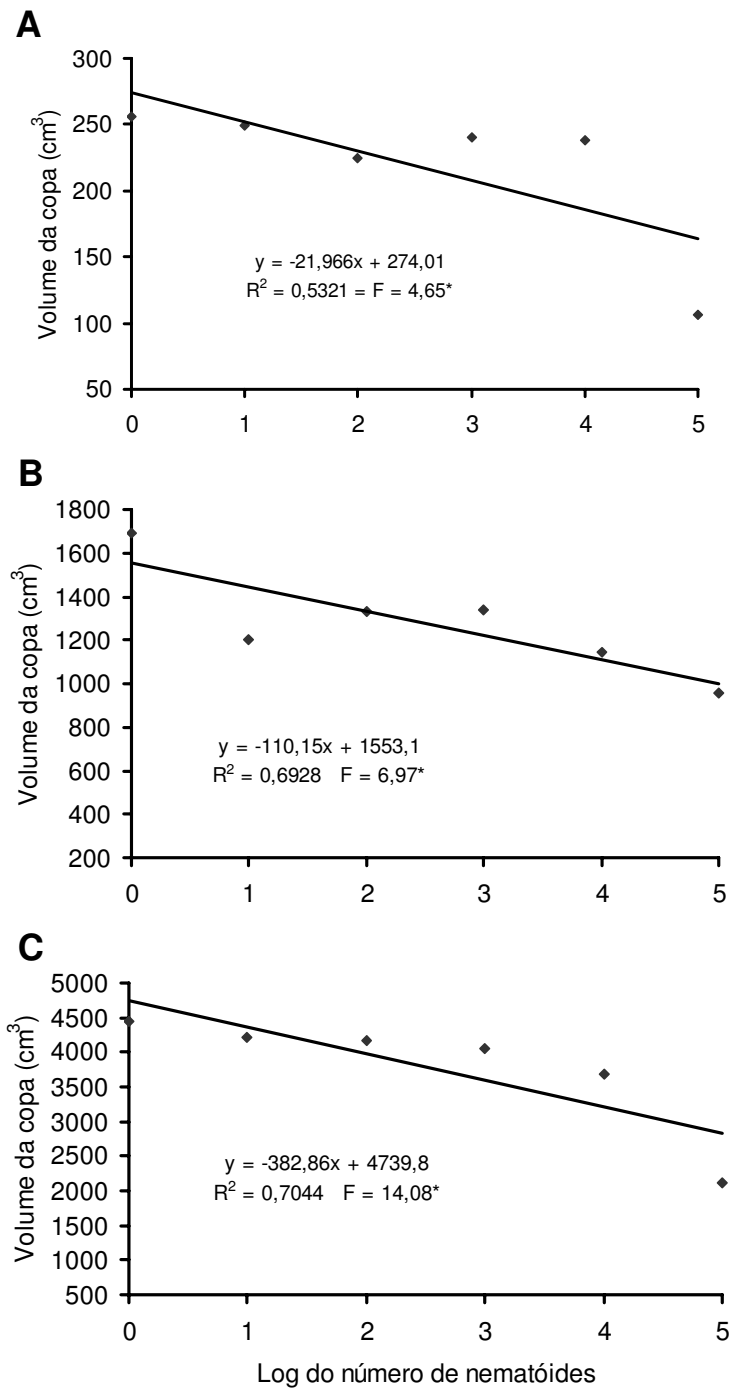


Figura 11. Interação entre volume da copa e log do número de *Pratylenchus jaehni* inoculado em mudas de laranjeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em microparcelas a campo. A) Aos seis meses. B) Aos 11 meses. C) Aos 12 meses após inoculação.

A comparação entre as médias para altura das plantas, em função dos níveis de inóculo de *P. jaehni* em cada uma das 10 avaliações a intervalos regulares de 30 dias, a partir de 90 dias após a inoculação, está documentada na Figura 12. Embora os dados evidenciem a tendência deletéria do nematóide sobre o crescimento das plantas em todo o período considerado, a análise de variância só evidenciou diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, na décima avaliação. Com efeito, a média, da altura das plantas inoculadas com 100.000 espécimes de *P. jaehni*, aos 12 meses após a inoculação, foi 22% menor que a média da altura das plantas não inoculadas (Testemunha), embora não se tenham observado diferenças significativas entre a altura das plantas e a testemunha nos demais níveis de inóculo. A Figura 13 ilustra esse fato, assim como o aspecto geral do experimento.

Para o estudo da influência de *P. jaehni* em diferentes níveis de inóculo sobre o diâmetro do caule e da segunda perna, em cada período de avaliação, os resultados foram semelhantes, conforme ilustrado nas Figuras 14 e 15. Houve diferença significativa entre a Testemunha e o maior nível de inóculo do nematóide, para ambos os casos, apenas aos 12 meses após a inoculação. De fato, nessa avaliação, as médias dos diâmetros do caule e da segunda perna das plantas não-inoculadas foram 22,5% e 20,4% maiores, respectivamente, que os das inoculadas com 100.000 espécimes de *P. jaehni* por planta.

Quanto ao volume da copa, as diferenças entre as médias, em função dos níveis de inóculo, foram significativas aos 11 e aos 12 meses após a inoculação (Figura 16). Aos 11 meses, a média do volume da copa das plantas inoculadas com 100.000 espécimes de *P. jaehni* por planta diferiu da Testemunha (plantas não-inoculadas), tendo apresentado redução de 43,7%. Aos 12 meses, o volume da copa, para o maior nível de inóculo, diferiu apenas da Testemunha, mas não diferiu de 10.000 nematóides por planta. A redução no valor do volume da copa foi de 52,5% em relação à Testemunha.

O'BANNON & TOMERLIN (1973) também observaram redução de crescimento de plantas jovens de citros infestadas com *P. coffeae* em condições de campo, que variaram de 49 a 80% nos quatro primeiros anos. Também mencionaram que o número

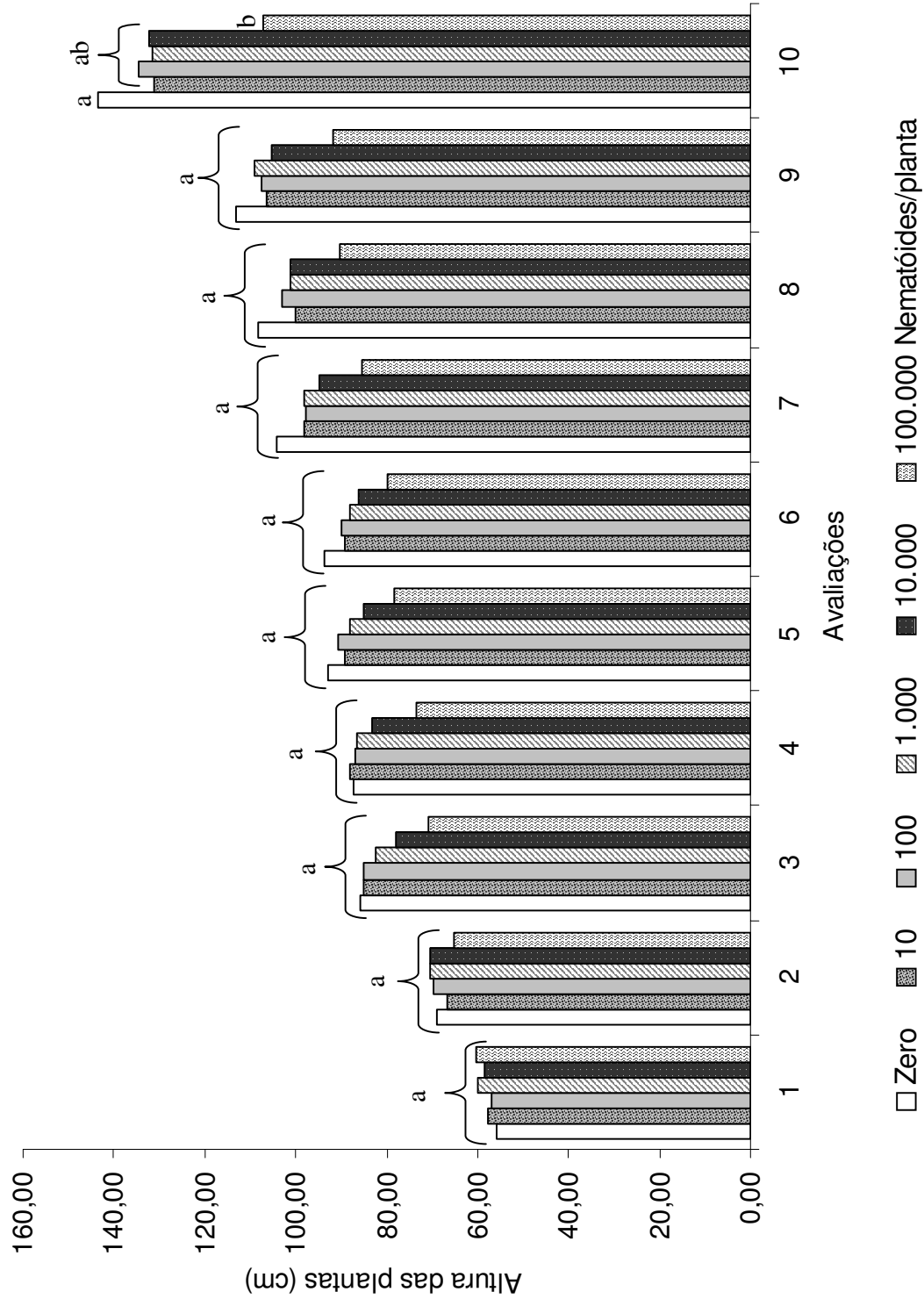


Figura 12. Comparação das médias da altura das plantas em função dos níveis de inoculo de *Pratylenchus jaehni* em mudas de laranjeira 'valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em cada uma das 10 avaliações a intervalos regulares de 30 dias, a partir de 90 dias após a inoculação realizada em janeiro de 2006.

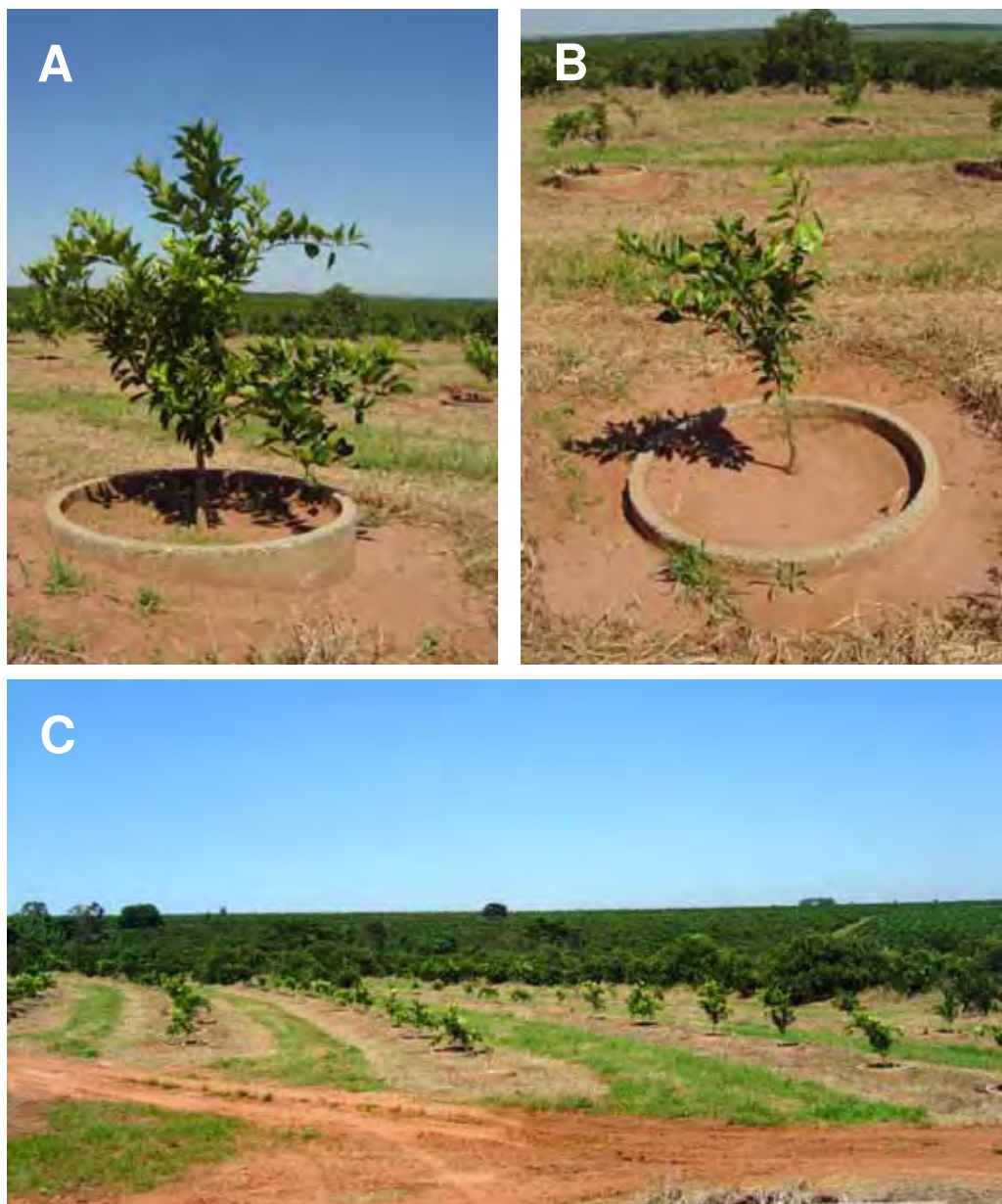


Figura 13. Experimento em microparcelas a campo para o estudo da influência de *Pratylenchus jaehni* em diferentes níveis de inóculo, sobre o desenvolvimento de mudas de larajeira 'Valência', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo'. A) Planta não-inoculada, aos 12 meses após a instalação do experimento. B) Planta inoculada com 100.000 espécimens do nematóide. C) Vista geral do experimento aos 12 meses após a instalação.

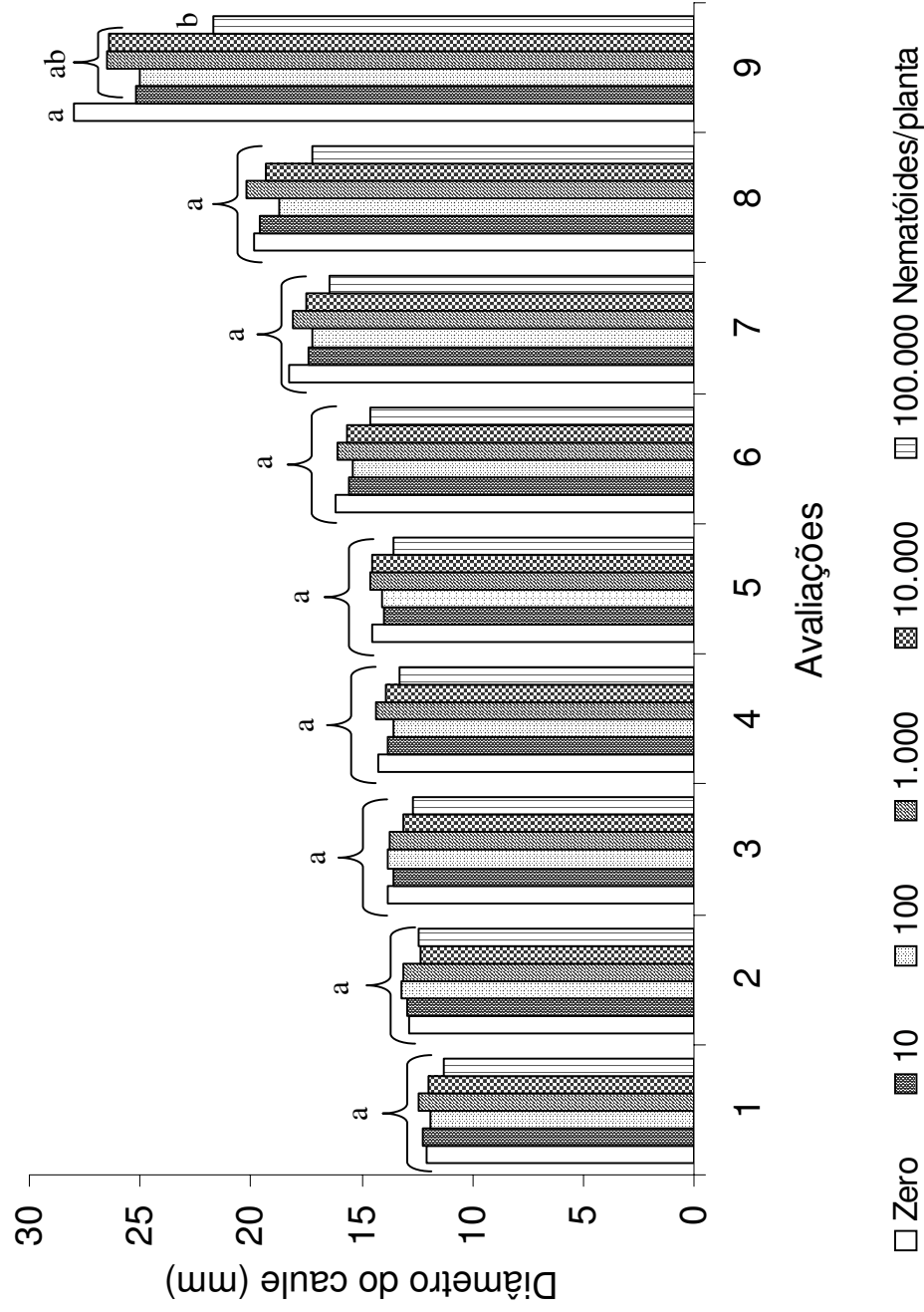


Figura 14. Comparação das médias do diâmetro do caule de mudas de laranjeira 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' em função de níveis de inoculo de *Pratylenchus jaehni* em nove avaliações a intervalos regulares de 30 dias, a partir de 120 dias após a inoculação em microparcelas a campo, em janeiro de 2006.

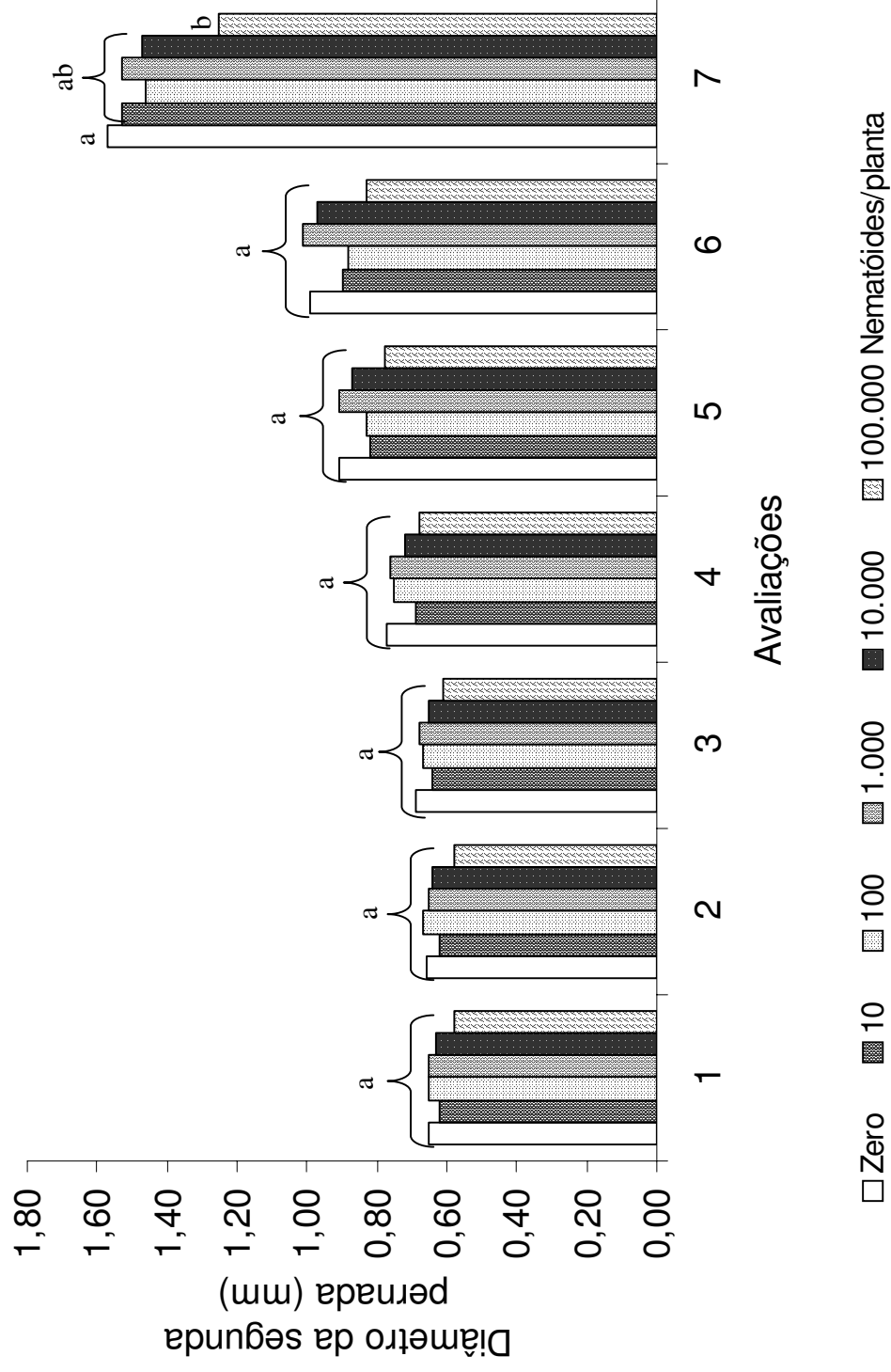


Figura 15. Comparação das médias do diâmetro da segunda perna de mudas de laranja 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função dos níveis de inóculo de *Pratylenchus jaehni*, em cada uma das sete avaliações realizadas a intervalos regulares de 30 dias, a partir dos 120 dias após a inoculação em microparcelas a campo.

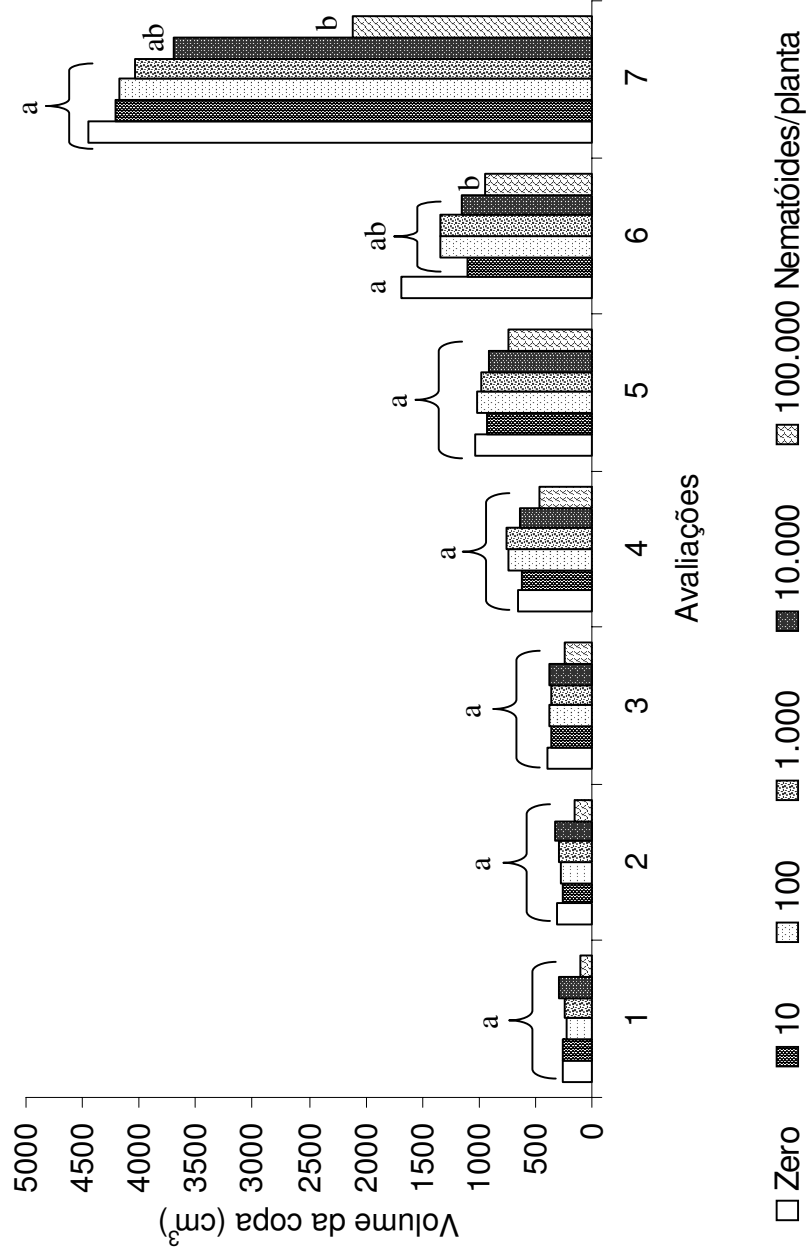


Figura 16. Comparação das médias do volume da copa de mudas de laranjeira 'Valência' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', em função dos níveis de inóculo de *Pratylenchus jaehni*, em cada uma das sete avaliações realizadas a intervalos regulares de 30 dias, a partir dos 120 dias após a inoculação em microparcelas a

de frutos em plantas infectadas, comparado ao de plantas não-infectadas foi de três a 20 vezes menor nas primeiras colheitas. A redução tanto do crescimento como da produção de plantas de citros infectadas por nematóides é fato conhecido desde muito tempo (TIMMER & DAVIS, 1982; Van GUNDY, 1984; DUNCAN & COHN, 1990). No presente estudo, as diferenças observadas entre plantas inoculadas em níveis mais altos de inóculo de *P. jaehni* e não-inoculadas foram mais pronunciadas aos 12 meses após a inoculação (Figuras 12 – 16). Considerando-se que a infecção pelo nematóide resulta em acentuada morte de radículas (Figura 6), com conseqüente redução da população do nematóide, níveis mais altos de população da praga não são, usualmente, observados nos solos dos pomares infestados e acentuadamente depauperados. Por conseguinte, o problema vem sendo subestimado, e pomares depauperados pela prolongada ação de *P. jaehni* vêm sendo renovados. A população em níveis mais baixos não acarreta danos mais drásticos, inicialmente, mas seu progressivo aumento compromete a longevidade e a produtividade desses pomares.

V. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo dão suporte às seguintes conclusões:

- 1) Plantas de laranjeira infectadas por níveis elevados de *Pratylenchus jaehni* exibem sintomas da infecção tanto em raízes como na parte aérea.
- 2) Os porta-enxertos: tangerina 'Cleópatra', citrumelo 'Swingle', tangerina 'Sunki', *Poncirus trifoliata* e citrange 'Carrizo' são resistentes ao nematóide das lesões radiculares dos citros (*P. jaehni*).
- 3) O porta-enxerto limoeiro 'Cravo' é suscetível ao nematóide das lesões radiculares dos citros.
- 4) Árvores de laranjeira depauperadas pela infecção de *P. jaehni* podem ser substituídas por mudas enxertadas nos porta-enxertos resistentes para recomposição dos pomares.
- 5) As culturas: amendoim, algodoeiro, mamona e cana-de-açúcar, assim como as forrageiras *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens* são resistentes a *P. jaehni* e podem ser utilizadas em sucessão com culturas cítricas de pomares infestados, visando ao manejo desse nematóide.
- 6) As frutíferas: tamarindeiro, goiabeira, mamoeiro, maracujazeiro e pessegueiro são resistentes a *P. jaehni* e são opções de cultivo em solos de velhos pomares infestados.
- 7) As espécies de plantas daninhas: capim-carrapicho, picão-preto, caruru e carrapicho-carneiro são resistentes a *P. jaehni* e a ocorrência dessas espécies nos pomares não favorece o aumento da população do nematóide.

- 8) As culturas de milheto, soja, milho e *Crotalaria juncea* são suscetíveis a *P. jaehni* e não devem ser cultivadas nos solos infestados por esse nematóide.
- 9) Mudas jovens de laranjeiras inoculadas com 100.000 espécimens de *P. jaehni* por muda, em microparcela, a campo, exibem redução de altura, diâmetro do caule e da segunda pernada, assim como o volume de copa de mudas não-inoculadas, um ano após a inoculação.
- 10) A técnica de microparcela, a campo, é adequada para o estudo quantitativo no patossistema *P. jaehni* x citros.

VI. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Agrianual** 2007: Anuário de Agricultura Brasileira. São Paulo: **FNP**, 2005. 516p.

BAINES, R. C. Susceptibility and tolerance of eight citrus rootstocks to the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.6, p.135, 1974.

BOTEON, M.; NEVES, E. M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. cap.2, p.19-36.

BUCHANAN, B. B.; GRUISEEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1.366p.

CALZAVARA, S. A.; SANTOS, J.M. Ocorrência do nematóide das lesões radiculares dos citros (*Pratylenchus jaehni*) no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25, 2005. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBN, 2005. p.112.

CALZAVARA, S. A.; SANTOS, J. M.; FAVORETO, L. Resistência de porta-enxertos cítricos a *Pratylenchus jaehni* (Nematoda: Pratylenchidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, p.7-11, 2007.

CAMPOS, A. S. Distribuição dos nematóides-chave do citros no Estado de São Paulo e estudo morfométrico comparativo de cinco populações anfimíticas de *Pratylenchus* sp. de citros e uma de cafeeiro com duas de *P. coffeae*. Dissertação (Mestrado), FCAV – UNESP, 2002. p.65.

CAMPOS, A. S. Dinâmica populacional e distribuição vertical dos nematóides dos citros no Estado de São Paulo e efeito da aplicação de aldicarb no verão. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal, 2007. p. 56.

CAMPOS, A. S.; SANTOS J. M. Distribuição atual do nematóide das lesões radiculares dos citros (*Pratylenchus jaehni*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25, 2005, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBN, 2005, p.70.

CHANG, D. C. N. Observation on the nature of resistance of Wampi and Trifoliata orange to nematode infection. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1th, Tokyo. **Proceeding...** Tokyo, 1981, p.380-384.

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

COOK, R.; K. EVANS. Resistance and tolerance. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (eds.). **Principles and Practice of Nematode Control in Crops**. Marrickville: Academic Press, 1987. p.179-231.

DEMANT, C.A.R. & S.R.S. WILCKEN. 2005. Reprodução de *Pratylenchus coffeae* e *P. jaenhi* em citros e cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXV, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBN, 2005 p. 81.

DUNCAN, L. W.; COHN, E. Nematode parasites of citrus. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. p.321-346.

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* os nematóides das lesões radiculares. In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. V.7, Passo Fundo: Gráfica e Editora PE. Berthier, 1999. p.157-195.

GONZAGA, V. Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação *in vitro* das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Jaboticabal, 2006. p. 78.

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M.; COSTA, M. A. F. Multiplicação de *Pratylenchus* spp. *in vitro* em cilindros de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 39, Salvador, **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.31, Suplemento, 2006. p. 208.

HUANG, C. S.; CHANG, Y. C. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae* on sunki orange. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.60, p. 957-960, 1976.

INSERRA, R. N.; DUNCAN, L. W.; TROCCOLI, A.; DUNN, D.; SANTOS, J. M. dos; VOLVLAS, N. *Pratylenchus jaehni* sp. From citrus in Brazil and its relationship with *P. coffeae* and *P. loosi* (Nematoda: Pratylenchidae). Leiden, v.3, n.7, p.653-665, 2001.

INSERRA R. N.; TROCCOLI, A.; GOZEL, U.; BERNARD, E. C.; DUNN, D.; DUNCAN, L. W. *Pratylenchus hippeastri* n. sp. (Nematoda: Pratylenchidae) from amaryllis in Florida with notes on *P. scribneri* and *P. hexincisus*. Disponível em <www. Springerlink.com>, acesso em: 31 de julho de 2007.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.48, p.692-695, 1964.

JESUS, A. M.; DEMANT, C. A. R.; INOMOTO, M. M.; SICILIANO-WILCKEN, S. R. S. Multiplicação de *Pratylenchus jaehni* em diferentes espécies florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 27, Fortaleza, **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.27, Suplemento, 2002. p. 190.

LA MESSESE, C. S. Some aspects of host reaction by resistant citrus rootstocks (*Poncirus trifoliata*) to *Tylenchulus semipenetrans* infection. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1977, Orlando. **Proceedings...** Orlando: Society of Citriculture, 1977. v.3, p.833-835.

LUC, M. A reappraisal of Tylenchina (Nemata): 7. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. **Revue Nématologie**, Paris, v.10, n.2, p.203-218, 1987.

MACEDA, A.; RINALDI, D. A. M. F.; VICENTINI, S.; PEREIRA, A. M.; CANSIAN, E. H.; TRATCH, R. Levantamento de *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* em pomares cítricos (*Citrus* spp.) da região noroeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26, Campos dos Goytacases, **Resumos...** Campos dos Goytacases: SBN. 2006, p.89.

McDONALD, A. H.; VAN DEN BERG, E. H. Effect of watering regimen on injury to corn and grain sorghum by *Pratylenchus* species. **Supplement to Journal of Nematology**, St. Paul. 25(4S):654-658. 1993.

MILNE, D. L. Nematode pest of citrus. In: KEETCH, D. P.; HEYNS, J. (ed) **Nematology in Southern Africa. Republic of South Africa**. RSA: Department of Agriculture and Fisheries Science. P.12-18, 1982. (Bulletin 400)

MOREIRA, C. S.; MOREIRA, S.; História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUES, O.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU Jr., J.; A. A. AMARO. (eds.). **Citricultura Brasileira**, 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.1-21.

MOTALAOTE, B.; STARR, J. L. FREDERIKSEN, R. A.; MILLER, F. R. Host status and susceptibility of sorghum to *Pratylenchus* species. **Revue de Nématologie**. Paris. 10 (10):81-86. 1987.

NYCZEPIR, A. P.; BECKER, J. O. Fruit and Citrus Trees. In: BARKER, K. R.; PEDERSON G. A.; WINDHAM, G. L. (eds). **Plant and Nematodes Interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p.637-684.

O'BANNON J. H.; LEATHERS, C. R.; REYNOLDS, H. W. Interactions of *Tylenchulus semipenetrans* and *Fusarium* species on rough lemon (*Citrus limon*). **Phytopathology**, St. Paul, v.57, p.414-417, 1967.

O'BANNON, J. H.; RADEWALD, J. D.; TOMERLIN, A. T. Population fluctuation of three parasitic nematodes in Florida citrus. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.4, p.194-199, 1972.

O'BANNON, J. H.; TARJAN, A. C. Preplant fumigation for citrus nematode control in Florida. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.5, p.88-94, 1973.

O'BANNON, J. H.; TOMERLIN, A. T. Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.5, p.311-316, 1973.

O'BANNON, J. H.; TARJAN, A. C. **Citrus decline caused by nematodes in Florida**. Gainesville: Florida Department of Agriculture and Consumer Service, Division of Plant Industry, 1985. 3p. (Nematology Circular, 117)

PENA E. DE LA; MENS, M.; AELST, A. VAN; KARSSSEN, G. Description of *Pratylenchus dunensis* sp. n. (Nematoda: Pratylenchidae) , a root-lesion nematode associated with the dune grass *Ammophila arenaria* (L.) Link. **Nematology**, Leiden, v.8, n.1, p.79-88, 2006.

POMPEU JR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (eds) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p.63-94.

SALIBE, A. B. Reações de porta-enxertos de citros ao nematóide *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, 1913. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996. p.84.

SANTOS J. M.; CAMPOS, A. S.; AGUILAR-VILDOSO, C. I. Nematóides dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (eds) **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p.605-628.

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

SHARMA, R.D.; MEDEIROS, A. C. S. Reação de alguns genótipos sw sorgo sacarino aos nematóides *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 17 (5):697-701. 1982.

SIDDIQI, M. R. Studies on nematode root-rot of citrus in Uttar Pradesh, India. In: Proceedings of the Zoological Society, 17., 1964, Calcutá. **Proceedings...** Calcutá: Zoological Society of India, 1964. p.67-75.

SIDDIQI, M. R. *Pratylenchus coffeae*. **Descriptions of plant parasitic nematodes**, set 1, n.6, Herts: Commonwealth Institute of Helminthology, 1972. 3p.

SILVA, C. C.; FERRAZ, L. C. C. B. Efeitos da inoculação de diferentes níveis populacionais de *Tylenchulus semipenetrans* em porta-enxertos cítricos. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.1, p.97-106, 1980.

TERSI, F. E. A.; SANTOS, J. M. dos; MAIA, A. S. *Pratylenchus coffeae* e *Tylenchulus semipenetrans* causam redução de produtividade de citros em São Paulo, Brasil. **Nematropica**, DeLeon Springs, v.25, p.106, 1995.

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

TIMMER, L. W.; DAVIS, R. M. Estimate of yield loss from the citrus nematode in Texas grapefruit. **Journal of Nematology**, DeLeon Springs, v.4, p.582-585, 1982.

VAN GUNDY, S. D. Nematodes. In: FLINT, M. L. (ed.) **Integrated pest management for citrus**. Berkeley: University California Integrated Pest Manage, 1984. p.129-131.

VAN GUNDY, S. D.; KIRPATRICK, J. D. Nature of resistance in certain citrus rootstocks to citrus nematodes. **Phytopathology**, St. Paul, v.54, p.419-427, 1964.

VAN GUNDY, S. D.; MARTIN, J. P.; TSAO, P. H. Some soil factors influencing reproduction of the citrus nematode and growth reduction of sweet orange seedlings. **Phytopathology**, St. Paul, v.54, p.294-299, 1964.

YOKOO, T.; YKEGEMI, Y. Some observations on growth of the new host plant, snapdragon (*Antirrhinum majus*) attacked by root lesion nematode, *Pratylenchus coffeae* and control effect of some nematicides. **Agricultural Bulletin**, Saga: Saga University, v.22, p.83-92, 1966.