

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

**INTER-RELAÇÕES ENTRE NEMATÓIDES, FUNGO E A
CULTURA DA SERINGUEIRA**

Vanessa dos Santos Paes Takahashi

Engenheira Agrônoma

2015

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

**INTER-RELAÇÕES ENTRE NEMATOIDES, FUNGO E A
CULTURA DA SERINGUEIRA**

Vanessa dos Santos Paes Takahashi

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Coorientador: Prof. Dr. Antônio de Goes

**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)**

2015

T136i Takahashi, Vanessa dos Santos Paes
Inter-relações entre nematoides, fungo e a cultura da seringueira.
/ Vanessa dos Santos Paes Takahashi. -- Jaboticabal, 2015

viii, 96 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Pedro Luiz Martins Soares

Co-orientador: Antônio de Goes

Banca examinadora: Rita de Cássia Panizzi, Daniel Junior de
Andrade, Maria Amélia dos Santos, Bruno Flávio Figueiredo Barbosa

Bibliografia

1. *Hevea brasiliensis*. 2. *Pratylenchus brachyurus*. 3. *Meloidogyne exigua*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.467:633.912.11



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INTER-RELAÇÕES ENTRE NEMATÓIDES, FUNGO E A CULTURA DA SERINGUEIRA

AUTORA: VANESSA DOS SANTOS PAES TAKAHASHI

ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO DE GOES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. RITA DE CASSIA PANIZZI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. MARIA AMÉLIA DOS SANTOS

Universidade Federal de Uberlândia / Uberlândia/MG

Prof. Dr. BRUNO FLÁVIO FIGUEIREDO BARBOSA

Agrolatino Biotecnologia S. A. / Rincão/SP

Data da realização: 03 de junho de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

VANESSA DOS SANTOS PAES – nascida em Curitiba, PR no dia 01 de novembro de 1985, graduou-se em agronomia em 2009, pela Universidade Estadual de Londrina, onde iniciou suas atividades de estágio voluntário no Laboratório de Fitopatologia a partir do primeiro ano. Foi bolsista PIBIC IC/UEL e logo após Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de 2006 a 2009. Atuou em projetos de pesquisa voltados a Nematologia e participou das atividades laboratoriais de extração e identificação de fitonematoides. Foi monitora da disciplina de Fitopatologia no ano de 2009. Desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso intitulado “FUNGOS NEMATÓFAGOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *Meloidogyne incognita* EM ALFACE”, sob a orientação da Prof. Dra. Débora Cristina Santiago. Em março de 2010 iniciou o curso de mestrado em Agronomia – área de concentração Entomologia Agrícola, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV- Câmpus de Jaboticabal), sendo bolsista do CNPq, sob orientação do Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos e coorientação de Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares. Recebeu seu título de Mestre em fevereiro de 2012 com sua dissertação intitulada: “RESPOSTAS BIOMÉTRICAS E FOTOSSINTÉTICA DE PLANTAS DE MILHO A *Pratylenchus* spp. E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO E SORGO A ESSES NEMATOIDES E A *Meloidogyne* spp”. Em março do mesmo ano ingressou no curso de doutorado em Agronomia – área de concentração Produção Vegetal, sendo bolsista da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior) sob orientação do Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares e coorientação do Prof. Dr. Antônio de Goes. Em 2013 foi professora do Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES), onde ministrou as disciplinas de ‘Floricultura e Plantas Ornamentais’, ‘Paisagismo, Parques e Jardins’, ‘Matologia’ e ‘Fitopatologia Geral’. No ano de 2014 recebeu uma bolsa de doutorado sanduiche no exterior (PDSE) cedida pela CAPES e foi recebida pelo Prof. Dr. Jonathan D. Eisenback da ‘Virginia Tech’ nos EUA, para um treinamento em taxonomia de espécies de *Meloidogyne*, onde permaneceu durante seis meses, exercendo atividades de pesquisa em projetos relacionados à área de Nematologia.

“Porque eu bem sei os pensamentos que tenho a vosso respeito, diz o SENHOR; pensamentos de paz, e não de mal, para vos dar o fim que esperais”.

Jeremias 29:11

Dedico este trabalho ao meu filho, que mesmo ainda não tendo nascido já faz uma grande diferença em nossas vidas...espero que um dia filho, você também conquiste todos os seus sonhos e não esqueça nunca de que estaremos ao seu lado para te ajudar nesta caminhada!

Ao meu marido Alexandre Takahashi, por seu amor incondicional, carinho, compreensão e por ter me dado o maior presente deste mundo! Nosso Daniel! Você é o maior responsável por mais esta vitória, obrigada por ter me ajudado a concluir esta tese, por me incentivar e muitas vezes me ensinar a ver por outras perspectivas, não chegaria aqui sem você!

Aos meus pais, por terem dado o melhor que podiam por mim, se hoje cheguei à conclusão de mais esta etapa o mérito é de vocês também!

Amo vocês incondicionalmente!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, foi Ele que me deu forças e nos momentos mais difíceis me carregou no colo!

Ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares por sua orientação, ajuda, compreensão e amizade durante esta caminhada.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Antônio de Goes por toda a ajuda e suporte fornecidos neste trabalho e por todos os ensinamentos e conselhos.

Ao Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos por este carinho sem fim por todos os ensinamentos oriundos de sua grande experiência tanto profissional quanto pessoal e por ter me ajudado a realizar o meu maior sonho de fazer o doutorado sanduiche nos EUA.

Ao Prof. Dr. Jonathan D. Eisenback por ter me recebido na 'Virginia Tech' nos EUA, por toda sua experiência compartilhada, por ter tornado a cidade de Blacksburg minha segunda casa através do seu carinho e amizade. Estendo este agradecimento também a sua esposa Marylin, por todo seu carinho e amor para com a minha pessoa.

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

Ao Departamento de Fitossanidade e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela oportunidade de realizar um prestigiado curso.

Aos professores da Produção Vegetal, pelos conhecimentos repassados durante as disciplinas ministradas.

À CAPES pela concessão das bolsas de doutorado e de doutorado sanduíche no exterior.

Aos membros da banca examinadora da Defesa, Dra. Maria Amélia dos Santos, Dra. Rita de Cassia Panizzi, Dr. Daniel Junior de Andrade, Dr. Bruno Flávio Figueiredo Barbosa, pela dedicação e empenho nas correções e por todas as sugestões.

Aos membros da banca examinadora da qualificação, Dr. Jaime Maia dos Santos, Dra. Rita de Cássia Panizzi, Dr. Daniel Junior de Andrade e Dr. Bruno Flávio Figueiredo Barbosa por todas as contribuições.

À amiga Franciele Alves Carneiro, por sua amizade, carinho, por toda ajuda na execução dos experimentos, por trazer tantos momentos de alegria e risos e sempre demonstrar muita disposição, mesmo quando as coisas estavam difíceis. Claro que não poderia esquecer, por tornar o laboratório um lugar mas “Mineiro” principalmente quando resolvia fazer seus pãezinhos de queijo.

Aos funcionários do Laboratório de Nematologia UNESP/FCAV, André, Walmir e Suelen, por todo auxílio e pela amizade, em especial ao amigo Rivanildo Junior por todos os momentos de alegria, por ser esta pessoa de um coração tão grande e sempre estar disposto a ajudar.

Aos companheiros de laboratório, Kerly Pereira, Mariana Rodrigues, Rafael Bernal, Elder Batista, Herick Nikuma, Marilene Costa e Andreza Silva, especialmente Ilana Dias por toda ajuda na execução dos trabalhos.

Aos amigos Crislany Barbosa-Andrade e Daniel Junior de Andrade, pela amizade incondicional, pelos risos, pela alegria, pelo conforto e por tornar minha vida em Jaboticabal um momento singular que jamais será esquecido.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	12
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos específicos.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 2 - Ocorrência de nematoides em viveiros de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo	28
Abstract	28
Resumo	29
Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados	33
Discussão.....	34
Conclusões.....	38
Agradecimentos	38
Literatura Citada.....	38
CAPÍTULO 3 - Tolerância e resistência de porta enxertos de seringueira à <i>Meloidogyne exigua</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i>	49
Abstract	49
Resumo	50
Introdução	51
Material e Métodos	54
<i>Origem, multiplicação e preparo do inóculo</i>	54
<i>Obtenção dos porta-enxertos</i>	56
<i>Condução do ensaio e avaliações</i>	57

Resultados	60
Discussão.....	61
Conclusões.....	64
Literatura Citada.....	64
CAPÍTULO 4 – Interação entre nematoides e fungo na cultura da seringueira em dois regimes hídricos.....	72
Abstract	72
Resumo	73
Introdução	74
Material e Métodos.....	76
<i>Origem, multiplicação e preparo do inóculo</i>	76
<i>Condução do experimento e avaliações</i>	78
Resultados	81
Discussão.....	82
Conclusões.....	86
Literatura Citada.....	87

INTER-RELAÇÕES ENTRE NEMATOIDES, FUNGO E A CULTURA DA SERINGUEIRA

RESUMO – A heveicultura assume papel de destaque no estado de São Paulo, que responde por mais da metade da produção Brasileira de borracha natural. Os nematoides são importantes patógenos que vêm causando perdas significativas à produção de diversas plantas cultivadas. Na literatura, encontram-se poucos trabalhos acerca dos nematoides na cultura da seringueira, principalmente quando se trata de *Pratylenchus brachyurus*, um nematoide de grande importância atual no Brasil. Neste sentido os objetivos deste trabalho foram: a) realizar um levantamento dos nematoides em viveiros de produção de mudas de seringueira do estado de São Paulo, b) avaliar a resistência e tolerância de plantas de seringueira utilizadas como porta enxertos à *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne exigua*, c) estudar a interação entre *M. exigua* ou *P. brachyurus*, e *Lasiodyplodia theobromae* em mudas de seringueira em duas condições hídricas. Os resultados do levantamento demonstram que os nematoides de maior frequência e densidade foram *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. As principais espécies identificadas foram *M. incognita*, *M. exigua*, *P. brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*. Destes, *P. brachyurus* foi a espécie mais frequente nas amostras das raízes das mudas de seringueira e deve ser considerado praga chave da cultura. Este trabalho também foi primeiro relato de *M. exigua* no Estado de São Paulo causando danos em mudas de seringueira. O segundo experimento realizado em casa de vegetação, demonstrou que *M. exigua* causou reduções mais pronunciadas na altura e no diâmetro de caule dos porta-enxertos de seringueira ‘GT 1’, ‘PB 235’, ‘PB 217’, ‘RRIM 501’, ‘PR 255’, ‘IAN 873’, ‘RRIM 600’ e ‘TJ 1’, sendo todos considerados intolerantes e suscetíveis a *M. exigua* e *P. brachyurus*. E por fim, no terceiro experimento, realizado em casa de vegetação, observou-se que tanto as características biométricas, quanto os nematoides foram afetados com a redução do regime hídrico para 50%CC (Capacidade de vaso). Houve interação entre *L. theobromae* e *P. brachyurus* no aumento do diâmetro das plantas. Não ocorreu interação entre os nematoides, o fungo e o regime hídrico para todas as variáveis analisadas. Quanto a severidade do fungo *L. theobromae*, não houve diferenças entre os tratamentos, e embora tenha causado sintomas nas plantas, não foi patogênico o suficiente para causar a morte das mesmas.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, nematoides de galha, nematoide das lesões radiculares, *Lasiodyplodia theobromae*

INTERRELATIONSHIP BETWEEN NEMATODES, FUNGI AND RUBBER TREES

ABSTRACT – The heveiculture plays an important role in São Paulo State, which produces more than 50% of the total Brazilian natural rubber production. The nematodes are important pathogens that have been causing significant losses to the crops. In the literature there is not many papers related to nematodes in rubber trees, especially about *Pratylenchus brachyurus*, the nematode most important to Brazil nowadays. In this sense the objectives of this work were: a) to do a survey of the nematodes occurrence in rubber trees nurseries in São Paulo State, b) study the resistance and tolerance of rubber trees used as rootstock to *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne exigua*, c) study the interactions between *M. exigua* or *P. brachyurus*, and *Lasiodiplodia theobromae* in rubber trees seedlings in two moisture conditions. As the results of the survey it was found that *Meloidogyne* and *Pratylenchus* were the most frequent and in high densities at the samples. The species identified were *M. incognita*, *M. exigua*, *P. brachyurus* e *R. reniformis*. Among them, *P. brachyurus* was the most frequent specie found at rubber trees roots and must be consider as a key nematode to the crop. This work was also the first report of *M. exigua* causing damage to the rubber trees seedlings in São Paulo State. The second experiment carried out at green house conditions, have demonstrate that *M. exigua* caused more pronounced damage to the rubber tree rootstocks 'GT 1', 'PB 235', 'PB 217', 'RRIM 501', 'PR 255', 'IAN 873', 'RRIM 600' e 'TJ 1', and all of them were intolerant and susceptible to *M. exigua* e *P. brachyurus*. Finally, at the third experiment also carried out in green house conditions, was observed that the biometrics characteristics and the nematodes were affected by the reduction in 50% (CC) of pot capacity. There was an interaction between *L. theobromae* and *P. brachyurus* in the increase of plant diameter. There was not an interaction among the nematodes, fungi and soil moisture for all the variables analyzed. About the *L. theobromae* severity, there was not differences between the treatments, and despite the symptoms caused to the plants, it was not aggressive to cause the plants death.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, root-knot nematode, lesion nematode, *Lasiodiplodia theobromae*

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

A seringueira *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis originária da região Amazônica, é uma das mais importantes espécies incluídas no gênero e a principal responsável pelo fornecimento de borracha natural. Essa matéria prima é empregada em larga escala pela indústria automobilística e também em diversos outros segmentos industriais (SMIT; BURGER, 1992; WYCHERLEY, 1992; COSTA et al., 2001).

O estado de São Paulo tem grande representatividade econômica na Heveicultura. É o maior produtor de borracha natural do País e responde com cerca de 54% do total produzido (IAC, 2015). Os seringais paulistas estão basicamente concentrados em São José do Rio Preto, Barretos, General Salgado, Catanduva, Marília, Tupã e Votuporanga, que respondem por aproximadamente 67% de toda área cultivada do Estado (FRANCISCO; BUENO; BAPTISTELLA, 2004).

O cultivo da seringueira tem grande expressão econômica, no entanto, não se exclui o fato de que existem também problemas fitossanitários que podem contribuir para redução na produção. Essa cultura tem sido pouco estudada em relação aos nematoides, apesar de já ter sido relatado por Santos (1992), danos em função do ataque de *Meloidogyne exigua* Goeldi. Os nematoides são pragas de grande relevância e ao longo dos anos vêm contribuindo com a redução da produção de diversas culturas no País. Em termos mundiais, podemos mencionar que os prejuízos estimados estão em torno de 12% (SASSER; FRECKMAN, 1987).

As espécies de *Meloidogyne* Goeldi representam os nematoides formadores de galha e são os maiores responsáveis pelos danos causados às plantas cultivadas. Logo após, são referenciadas as espécies de *Pratylenchus* Filipjev genericamente denominados de nematoides das lesões radiculares, o segundo grupo em maior importância econômica no mundo (MANZANILLA-LÓPEZ; EVANS; BRIDGE

2004, CASTILLO; VOLVAS, 2007). Esse fato, já se mostra diferente em algumas regiões produtoras do Brasil, principalmente no Centro-Oeste com as culturas de soja (*Glycine max* [L.] Merr. e algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L). onde a espécie *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven tem sido encontrada com maior frequência (SILVA et al., 2003; ASMUS, 2004). Esses nematoides além de promoverem a formação de galhas e lesões, respectivamente, reduzem a absorção de água e nutrientes da planta, comprometendo ou, em alguns casos, até inviabilizando o cultivo das mais diversas culturas.

No ano de 2010 um ex-funcionário do Grupo Michelin que tem uma Fazenda com uma área de mais de 8.000 ha com seringueira na região de Itiquira-MT, relatou a venda de parte da área da propriedade. Sabe-se que a cultura da seringueira na Fazenda tinha alta infestação e 100% dos talhões com *M. exigua*, que parece ter sido um dos fatores responsáveis que levou a referida situação (SOARES, 2012*).

A Coordenadoria de Defesa Agropecuária – CDA / Escritório de Defesa Agropecuária - EDA Barretos, elaborou uma proposta de Resolução (instrução normativa 29, de 5 de agosto de 2009) para o estado de São Paulo, e vem discutindo o assunto com o setor, com o objetivo de assegurar à produção de mudas de seringueira isentas desses patógenos dado sua principal disseminação ocorrer através de mudas. Entretanto, devido à falta de informações sobre a ocorrência de nematoides em viveiros de mudas no estado de São Paulo, iniciou-se uma parceria da EDA Barretos com o Laboratório de Nematologia da UNESP/FCAV Câmpus de Jaboticabal, com o intuito de realizar esse levantamento.

Uma vez instalados na propriedade, será necessário que os produtores lancem mão de recursos em muitos casos onerosos e sem resultados satisfatórios. Não é possível exterminá-los, portanto uma das medidas a ser tomada é evitar a entrada desses agentes em áreas isentas. Daí a elevada importância da atuação da Defesa Agropecuária e da proposta da normativa 29 para São Paulo que trará uma grande contribuição para o setor de produção de borracha natural do Estado.

Além deste levantamento, o conhecimento das espécies-chave da cultura é essencial para que medidas de controle possam ser avaliadas em outros estudos. *M. exigua*, já é considerado praga-chave da cultura e outros nematoides têm

* SOARES, P.L.M. (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Júlio Mesquita Filho – Câmpus de Jaboticabal). Comunicação Pessoal, 2012.

sido relatados associados à seringueira (SHARMA; LOOF,1973; FREIRE,1976; THANKAMONY et al., 2002) contudo não foram realizados estudos acerca da capacidade de reprodução destes nematoides nos principais porta-enxertos da cultura. *Pratylenchus brachyurus* é um destes nematoides frequentemente relatados em seringais, e também deve ser estudado devido ao seu aumento expressivo nas lavouras do País.

Paes et al. (2012) recentemente fizeram o relato de uma doença complexa ocorrendo em seringueiras ocasionada pelo nematoide *P. brachyurus* juntamente com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl em uma área comercial localizada em Novo Horizonte – SP. O nematoide que estava em elevada população, 670 indivíduos em 10g de raízes, deixou a planta debilitada e o fungo oportunista ocasionou a sua morte. Esse fato já havia sido relatado por Sharma et al. (1992), no entanto, o nematoide em questão era *M. exigua*, identificado por Santos et al. (1992). Estes relatos são de grande valia, e merecem estudos mais aprofundados para verificar as inter-relações entre os nematoides, o fungo e a planta.

É incontestável que os estudos de nematoides nesta cultura ainda são incipientes, é neste sentido que o objetivo geral deste trabalho foi estudar as inter-relações entre nematoides, fungo e a cultura da seringueira.

1.1. Objetivos específicos

- a) Realizar um levantamento dos principais nematoides que ocorrem em viveiros do estado de São Paulo.
- b) Testar em condições de casa de vegetação os principais porta-enxertos de seringueira quanto a sua resistência e tolerância à *M. exigua* e *P. brachyurus*.
- c) Avaliar a interação entre *Lasiodiplodia theobromae* e *M. exigua* ou *P. brachyurus* inoculados em mudas de seringueira em condições de casa de vegetação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A seringueira, *Hevea* spp., pertence à família Euphorbiaceae e inclui 11 espécies descritas no gênero, dentre as quais a de maior importância para o País é *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis (COSTA et al., 2001). As espécies de *Hevea* são encontradas naturalmente na região da Bacia Amazônica e em partes do planalto adjacente. Somente no Brasil, são encontradas todas as espécies (WYCHERLEY, 1992).

Sua importância reside no fato de que a partir de partículas de borracha contidas no látex é possível a obtenção da borracha natural. O látex é considerado um fluido citoplasmático extraído dos vasos laticíferos presentes na casca da seringueira. Possui entre 30 a 40% de sólidos (ou partículas de borracha) e para sua obtenção, processo este denominado de sangria, são realizados cortes sucessivos nas camadas mais superficiais da casca dessas árvores (COSTA et al., 2001; IAC, 2015).

O setor automobilístico é o maior responsável pelo consumo de borracha natural para a produção de pneus, todavia são inúmeras as utilizações dessa matéria prima, tais como na indústria de calçados, roupas, materiais de construção, entre outros (SMIT; BURGER, 1992).

Tailândia, Indonésia, Malásia, Índia e Vietnã, no ano de 2012 despontaram como os maiores produtores de borracha natural do mundo e juntos somam cerca de 81% de toda borracha produzida. O Brasil produziu apenas cerca de 1,51% da demanda mundial por borracha. Deste total produzido no País, somente o estado de São Paulo contribuiu com cerca de 54%, sendo, portanto, o maior produtor (IAC, 2015).

De acordo com dados do projeto LUPA de 2007/2008, o estado possui 77.370, 40 ha com seringueira distribuídos em 4.402 UPAs ou Unidades de Produção Agrícola, também definidas como conjunto de propriedades contíguas pertencentes ao mesmo proprietário. Já a área dos viveiros de seringueiras é de 289,60 ha, distribuídos em 130 UPAs (SÃO PAULO, 2015). Os seringais paulistas estão

concentrados basicamente em São José do Rio Preto, Barretos, General Salgado, Catanduva, Marília, Tupã e Votuporanga, que possuem aproximadamente 67% de toda área cultivada no estado (FRANCISCO; BUENO; BAPTISTELLA, 2004).

Até o início do século XX, o Brasil era o maior produtor de borracha e um dos fatores que contribuiu para a decadência da seringueira foi o mal-das-folhas ocasionado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx (GASPAROTTO et al., 1997; VINOD, 2003). De fato, essa doença é o principal limitante para o desenvolvimento dos seringais em áreas endêmicas, que está restrita ao continente Americano, daí seu nome em inglês *South American Leaf Blight* (SALB) (VINOD, 2003; ROCHA et al., 2011). Bancroft (1916) citado por Gasparotto et al. (1997) relatou o abandono de áreas extensas de seringais na Guiana Francesa, em função do ataque desse patógeno. De acordo com Ortolani (1986) São Paulo é um dos estados onde as condições para o desenvolvimento do mal-das-folhas não é favorável, isso ocorre em virtude da queda das folhas nos períodos mais úmidos, funcionando como área de escape.

Outras doenças, também podem causar reduções significativas no seringal tais como; a requeima e queda anormal das folhas causada por *Phytophthora* spp., mancha areolada causada pelo fungo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, antracnose causada por *Colletotrichum* spp., doenças que afetam o painel da sangria como cancro estriado (*Phytophthora* spp.), mofo cinzento (*Ceratocystis fimbriata* Ell. e Halst.), cancro do enxerto ou podridão da casca causado por *Lasiodiplodia theobromae* [Pat.] Griff. & Maubl, entre outras (GASPAROTTO et al., 1997).

Além dessas doenças, existem pragas também responsáveis por diversos danos aos seringais. Como destaque está o percevejo-da-renda *Leptopharsa heveae* Drake e Poor (Hemiptera, Tingidae). Os adultos e ninfas desse inseto sugam a seiva das plantas e causam uma série de desordens morfofisiológicas tais como desfolha, brotações precoces e redução da taxa fotossintética (FONSECA, 2007). Os ácaros *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) e *Phyllocoptuta seringueirae* Feres (Acari, Eriophyidae) e *Tenuipalpus heveae* Baker, também são considerados pragas importantes (FERES, 2000; FERES et al., 2002; VIEIRA; GOMES, 2003, BELLINI et al., 2005).

Chamados genericamente de fitonematoides, ou também nematoides parasitos de plantas, são vermes microscópicos e quase transparentes, medem em

torno de 0,3 a 12,0 mm (MONTEIRO; LORDELLO, 1980, SASSER; FRECKMAN, 1987). Muitas espécies de fitonematoides não são consideradas pragas por não comprometerem a produtividade das culturas (DECRAEMER; GERAERT, 2006).

Os nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi constituem o principal grupo de fitonematoides de importância econômica no mundo. São amplamente distribuídos e parasitam quase todas as plantas cultivadas, causando perdas tanto quantitativas quanto qualitativas à produção de muitas delas (MANZANILLA-LÓPEZ; EVANS; BRIDGE, 2004). O gênero engloba mais de 95 espécies descritas, e mais de 5.500 espécies de plantas já foram alistadas como hospedeiras (GHULE; SINGH; KHAN, 2014).

Os juvenis de segundo estágio desses nematoides são as formas infectivas. Penetram nas raízes, estabelecem sítios de alimentação, usualmente associados aos tecidos vasculares e tornam-se sedentários. Ao perfurarem as células das raízes, esses nematoides liberam secreções esofagianas que resultam em hipertrofia e hiperplasia de células corticais, em volta do corpo do nematoide, dando origem às alterações anatômicas denominadas de galha. No interior da galha, as células gigantes em número de duas a 12 células, ao redor da região labial do nematoide constituem seus sítios de alimentação, ali permanecem até seu completo desenvolvimento chegando a fase adulta. A fêmea pode depositar mais de 500 ovos aglomerados em uma massa gelatinosa, que pode ficar no interior ou exposta na superfície da raiz. Os juvenis de segundo estágio eclodem, migram no solo e penetram nas raízes, reiniciando assim o seu ciclo de desenvolvimento (MANZANILLA-LÓPEZ; EVANS; BRIDGE, 2004; GHULE; SINGH; KHAN, 2014).

As espécies de *Pratylenchus* Filipjev são consideradas o segundo grupo de nematoides de maior importância econômica, logo após os nematoides de galha *Meloidogyne* (CASTILLO; VOLVAS, 2007). No Brasil, seis espécies ocorrem com maior frequência, a saber; *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven, *P. zaeae* Grahnan, *P. vulnus* Allen & Jensen, *P. coffeae* (Zimmermann) Goodey, *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa, *P. jaehni* Inserra et al., que podem ser encontradas causando danos em diversas culturas (GONZAGA; SANTOS, 2010).

A primeira espécie de nematoide das lesões registrada no País foi *P. brachyurus*, uma das mais distribuídas e altamente polífaga, que causa danos a

culturas como batata (*Solanum tuberosum* L.), soja (*Glycines Max* (L.) Merr.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), entre outras (LORDELLO, 1992). Alguns estudos demonstram que em diversas regiões produtoras estes nematoides também são encontrados com frequências elevadas variando de 79 a 94% nas amostras (SILVA et al., 2003; ASMUS, 2004).

Para a cultura da seringueira na Malásia, um dos maiores produtores de borracha do mundo, as espécies de maior predominância são *Meloidogyne* spp., *P. brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira. *Meloidogyne* spp. e *P. brachyurus* representam os grupos principais que podem causar danos através da formação de galhas e lesões nas raízes, respectivamente. Espécies de *Helicotylenchus* Steiner, *Macroposthonia* De Man e *Aphelenchoides* Fischer também são encontradas com menor frequência (RAZAK, 1978).

No Brasil, entre 1971 e 1972, Sharma e Loof (1973) fizeram um levantamento dos nematoides parasitos de planta e nematoides de vida livre associados à seringueira (*H. brasiliensis*) no estado da Bahia. Os autores encontraram *Dolichodorus* sp., *Huntaphelenchoides* sp., *Meloidogyne* sp., *P. brachyurus*, *R. reniformis*, *Psilenchus* cf. *hilarulus* De Man, *Paratrichodorus minor* Siddiqi, *Tylenchus* sp., *Xiphinema ifacolum* Luc, *X. vulgare* Tarjan, *X. denoudenii* Loof & Maas em viveiros e *Aphelenchoides* sp., *Basiria* sp., *Discocriconemella limitanea* Grisse & Loof, *Dolichodorus* sp., *Helicotylenchus pseudorobustus* (Steiner) Golden, *Huntaphelenchoides* sp., *Macrophostonia onoensis* (Luc, 1959) De Grisse & Loof, *Metadorylaimus coomansi* Mehdi Ali, Nasrullah, Farooqui e Suriawanshi, *Paratylenchus* sp., *Trichodorus* cf. *monohystera* (Allen) Andrassy, *Tylenchus* sp. e *Xiphinema* sp. em plantas adultas no campo. Ao que tudo indica foi o primeiro trabalho publicado em revista científica associando nematoides à seringueira.

Freire (1976) também realizou um levantamento dos nematoides associados às raízes e/ou rizosfera de *H. brasiliensis* e *Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis*, (Mart.) Ducke (popularmente conhecida como Guaraná), em municípios do estado do Pará. O autor encontrou predominantemente *X. vulgare* em condições de viveiro. Em plantios estabelecidos, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood ocorreu com maior frequência. *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e espécies de *Criconemoides* Taylor, *Hemicriconemoides*

Chitwood e Birchfield e *Hoplolaimus* Daday foram relatadas pela primeira vez. Também fora relatado *P. brachyurus*, *Helycotylenchus dihystra*, *Hemicycliophora* sp., *Tylenchus* sp., *Rotylenchus* sp.

Quase vinte anos mais tarde Sharma et al. (1992) encontraram altas infestações de *Meloidogyne* sp. em uma propriedade localizada em Rondonópolis, MT, causando severos danos em seringais com diferentes idades. Além disto, os autores comentaram que a gradagem estava contribuindo para a disseminação dentro da área. Nestes seringais era observada morte progressiva das seringueiras e maior predisposição à ocorrência de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. Este fungo é o agente causador da podridão da casca da seringueira.

Santos et al. (1992) na mesma região de Rondonópolis, MT, identificaram a presença de *Meloidogyne exigua* Goeldi em clones PB 235 e PB 217. Neste trabalho, os autores relataram as alterações morfológicas nas raízes das seringueiras, que apresentavam abundância de galhas com até 8 mm de diâmetro. Ao redor das células gigantes, os autores observaram que o xilema estava alterado com elementos dos vasos curtos e disposto em aglomerados irregulares, levando-os a concluir que as raízes apresentavam capacidade reduzida de absorção de água e nutrientes.

Meloidogyne exigua é a espécie tipo do gênero. Foi descoberta pelo Dr. Emílio A. Goeldi em 1887, em cafezais na então província do Rio de Janeiro (GOELDI, 1892). O cafeeiro é o principal hospedeiro de *M. exigua*, no entanto, grevilha (*Grevilea robusta* A. Cunn.), melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad), cebola (*Allium cepa* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cacau (*Theobromae cacao* L.) e soja (*Glycine max* (L.) Merr.), além de algumas plantas daninhas também foram reportadas como hospedeiras (LORDELLO, 1964; MORAES et al., 1972; LIMA et al., 1985; OLIVEIRA et al., 2005).

Este nematoide possui três raças, que podem ser identificadas através de hospedeiros diferenciais. A raça 1 agrupa os indivíduos capazes de infectar somente o cafeeiro, a raça 2, agrupa indivíduos capazes de infectar tanto o cafeeiro quanto o tomateiro, por fim a raça 3, obtida de seringueiras, não infecta nem o tomateiro nem o cafeeiro, o que implica dizer que esta última raça é altamente

específica, e associa-se somente à seringueira (LORDELLO; LORDELLO, 2004; MUNIZ et al., 2009).

Estudos com fenótipos enzimáticos realizados por Carneiro et al. (2000) demonstraram a possibilidade de identificar espécies de *Meloidogyne* utilizando os fenótipos enzimáticos: esterase (EST), malato desidrogenase (MDH), superóxido desmutase (SOD) e glutamato oxaloacetato transaminase (GOT). Os autores afirmaram que a enzima esterase foi a que apresentou maior polimorfismo e foi a mais útil na identificação de espécies distintas. Bandas secundárias demonstraram a possibilidade de detecção de diferenças intraespecíficas em algumas populações de *M. incognita* e de *M. exigua*. Para este último nematoide, foi observado o fenótipo enzimático E1 (Rm 1.6) com apenas uma banda principal, tanto para as populações advindas de cafeeiro quanto de seringueira. É possível distinguir este nematoide em dois fenótipos devido a presença de bandas secundárias (Rm 1.1 e 1.9) e, também, pela habilidade de se reproduzir ou não em tomateiro.

Muniz et al. (2009), tentaram diferenciar com auxílio de técnicas moleculares aliadas ao estudo morfológico, a população de *M. exigua* advinda da seringueira, com uma população advinda de cafeeiro. Contudo, análise de RAPD mostrou alto polimorfismo, mas com 100% de 'bootstrap' entre as populações de cafeeiro e seringueira. Adicionalmente, esta última população, apresentou além da banda principal (RM: 1,5) descrita para *M. exigua*, uma banda adicional não encontrada na população do cafeeiro. Também, o estudo morfológico da região perineal das fêmeas e região labial dos machos, mostrou similaridade entre ambas as populações. Porém, características secundárias tanto morfológicas quanto morfométricas mostraram diferenças, particularmente no estilete das fêmea e machos.

Fonseca e Jaehn (2000) estudaram os mecanismos de resistência dos porta-enxertos de seringueira RRIM 600, IAN 873, GT 1 e PB 235, inoculados com *M. javanica* Treub Chitwood. Para tanto, realizaram cortes histológicos e observaram acúmulo de compostos fenólicos (em todos os porta-enxertos), formações de cristais de oxalato de cálcio em células do parênquima próximo a endoderme (somente em RRIM 600), lignificação de paredes de células do parênquima vascular (em todos os porta-enxertos) e da célula gigante (somente em RRIM 600) e o espessamento da parede das células gigantes (em IAN 873). Similarmente Fonseca, Ferraz e Machado

(2003) fizeram uma avaliação comparativa da ultraestrutura das raízes infectadas por *M. exigua* e *M. javanica*, do porta-enxerto RRIM 600. Cabe ressaltar que as seringueiras são resistentes a *M. javanica*. Nas células induzidas por este último nematoide, foram encontrados peroxissomas com inclusões cristalinas, dictiosomas mais elétron-densas e ausência de amiloplastos. O autor ainda afirmou que aparentemente ocorre uma fusão das partículas de borracha nas células incitadas por *M. javanica*, ocasionando a coagulação do látex. Isso por sua vez, impede que o nematoide injete suas enzimas, causando efeito negativo ao seu desenvolvimento e reprodução.

Carneiro e Kryzyzanowski (1990) encontraram *M. incognita* em mudas de seringueira cv. TJ1 e TJ16 no estado do Paraná. As mudas não apresentavam sintomas na parte aérea, contudo havia intensa formação de galhas e massas de ovos.

Thankamony et al. (2002) realizaram um levantamento dos principais nematoides que ocorriam na Índia, coletando 349 amostras de 22 locais distintos. Os autores identificaram 12 gêneros dois quais, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* e *Aphelenchoides* foram os predominantes. Os autores discutem no texto, que em diversas outras culturas, a espécie de maior predominância foi *M. incognita* e concluem baseado nesses fatos que era este também o nematoide associado à seringueira. No entanto, não mencionam que identificaram este nematoide com base na morfologia ou mesmo com auxílio da eletroforese. Sharma e Ferraz (1977) testaram a patogenicidade de *M. incognita* em seringueira ao inocular níveis crescentes de nematoide, sendo estes: 0, 10, 100, 1.000, 10.000 indivíduos/planta. Os autores concluíram que somente no maior nível houve influência no desenvolvimento das mudas de seringueira.

O aparecimento de doenças complexas envolvendo diversos agentes patogênicos, como os nematoides e fungos, ou mesmo juntamente com fatores abióticos, já é fato conhecido e têm sido pouco estudadas (POWEL, 1971).

Na seringueira, o primeiro relato de uma doença complexa envolvendo nematoides foi realizado por Sharma et al. (1992) em uma lavoura localizada em Rondonópolis-MT. Na ocasião os patógenos envolvidos foram *Meloidogyne* sp. e o fungo *L. theobromae*, que juntos contribuíram para a morte progressiva das

seringueiras. Nesta mesma região, Santos et al. (1992) identificaram a espécie de nematoide responsável pelos danos como *M. exigua*.

Similarmente, Paes et al. (2012) fizeram o relato de uma doença complexa ocorrendo em seringueiras, ocasionada pelo nematoide *P. brachyurus* juntamente com o fungo *L. theobromae*, em uma área comercial localizada em Novo Horizonte – SP. Aparentemente, o nematoide que estava em elevada população, 670 indivíduos/10g de raízes, deixou a planta debilitada e o fungo oportunista ocasionou a sua morte.

Lasiodiplodia theobromae é um fungo amplamente distribuído, polífago, oportunista e com pouca especialização patogênica, de forma que seu processo infectivo está geralmente associado às plantas submetidas a algum tipo de estresse ou ferimentos (PEREIRA et al., 2006). Já foi encontrado, associado a mais de 500 hospedeiros e devido a sua falta de especialização, pode causar diversas doenças entre elas o *dieback*, ou morte descendente, podridão de raízes e frutos, manchas foliares, “vassoura de bruxa”, entre outras (ALVES et al., 2008).

REFERÊNCIAS

ALVES A.; CROUS, P.W.; CORREIA, A; PHILLIPS, A.J.L. Morphological and molecular data reveal cryptic species in *Lasiodiplodia theobromae*. **Fungal Diversity**, China, v. 28, p.1-13, 2008.

ASMUS, G. L. Ocorrência de nematoides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 77-86, 2004.

BELLINI, M. R.; MORAES, G. J.; FERES R. J. F. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, p.475–484, 2005.

CARNEIRO, R. G.; KRYZYZANOWSKI, A. A. Constatação de *Meloidogyne incognita* em seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Paraná. **Nematologia brasileira**, Londrina, v.14, p.6-7, 1990. (Resumo).

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; QUÉNÉHERVÉ, P. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. **Nematology**, Leiden, v.2, n.6, p.645-654, 2000.

CASTILLO, P.; VOLVAS, N. (Eds). **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management: Nematology monographs and perspectives**. 6.ed. Leiden: BRILL. 2007. 529p.

COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S.; ODÁLIA-RIMOLI, A.; ARRUDA, E. J. Melhoramento e conservação genética aplicados ao Desenvolvimento Local – o caso da seringueira (*Hevea* sp). **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, n. 2, p. 51-58, 2001.

DECRAEMER, W.; GERAERT, E. Ectoparasites. In: PERRY, R; MOENS, M. (Eds). **Plant Nematology**. Wallingford, UK: CAB International, 2006. p. 153–184.

FERES, R. J. F. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, p. 157–173, 2000.

FERES, R. J. F.; ROSSA-FERES, D. C.; DAUD, R. D.; SANTOS, R. S. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, p.137–144, 2002.

FONSECA, F. S. Pragas da seringueira. In: Congresso Brasileiro de Heveicultura: Borracha Natural, 2007, Guarapari, ES. **Anais eletrônicos...** Guarapari: Fundagres, 2007. Disponível em: <http://www.fundagres.org.br/eventos/congresso_seringueira/downloads/apresentacao_palestras/Fernando_Fonseca/palestra.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

FONSECA, H. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; MACHADO, S. R. Ultraestrutura comparada de raízes de seringueira parasitadas por *Meloidogyne exigua* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.27, n.2, p.199-206, 2003.

FONSECA, H. S.; JAEHN, A. Estudos dos mecanismos de resistência em raízes de porta-enxertos de seringueira inoculadas com *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 24, n.2, p.233-237, 2000.

FRANCISCO, V. L. F. S.; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. S. L. A cultura da seringueira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.9, 2004.

FREIRE, F. C. O. Nematoides da região amazônica I – Nematóides parasitas e de vida livre associados a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) e ao guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). **Acta Amazônica**, Manaus, v.4, n.4, p. 401-404, 1976.

GASPAROTTO, L.; SANTOS, A.F.; PEREIRA, J. C. R.; FERREIRA, F. A. **Doenças da Seringueira**. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA. 1997, 168p.

GHULE, T. M.; SINGH, A.; KHAN, M. R. Root Knot Nematodes: Threat to Indian Agriculture. **Popular Kheti**, West Bengal, v.2, p.126,-130, 2014.

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

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. Estudo comparativo da multiplicação *In vitro* de seis espécies de *Pratylenchus* em cilindros de cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 34, n.4, p.226-230, 2010.

IAC. **A importância da borracha natural**. 2015. Disponível em: <<http://iac.impulsa.com.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

LIMA, R. D.; CAMPOS, V. P.; HUANG, S. P.; MELLES, C. C. A. Reprodutividade e parasitismo de *Meloidogyne exigua* em ervas daninhas que ocorrem em cafezais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.9, p.63- 72, 1985.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A. Reação do cafeeiro e de outras plantas a uma população de *Meloidogyne exigua* coletada em seringueira. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 79, p. 349-352, 2004.

LORDELLO, L. G. E. Contribuição ao conhecimento dos nematóides que causam galhas em raízes de plantas em São Paulo e Estados vizinhos. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 21, p.181-218, 1964.

LORDELLO, L.G.E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 314p.

MANZANILLA-LÓPEZ, R. H.; EVANS, K.; BRIDGE, J. Plant diseases caused by nematodes. In: CHEN, Z. X., CHEN, S. Y., DICKSON, D. W. **Nematology: Nematode Management and Utilization**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. p. 637-716.

MONTEIRO, A.R., LORDELLO, L.G.E. *Tubixaba tuxaua* N. G. N. SP., a suspected parasitic nematode of soybean roots (Aporcelaimidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.55, p. 301-304, 1980.

MORAES, M. V., LORDELLO, L. G. E., PICCININ, O. A.; LORDELLO, R. R. A. Pesquisas sobre plantas hospedeiras do nematóide do cafeeiro, *Meloidogyne exigua*, Goeldi, 1887. **Ciência e Cultura**, Barretos, v. 24, p. 658-660, 1972.

MUNIZ, M. F., CAMPOS, V.P., ALMEIDA, M.R., GOMES, A.C.M.M., SANTOS, M. F., MOTA, F. C.; CARNEIRO, R. M. D. G. Additional information on an atypical population of *Meloidogyne exigua* GÖLDI, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) parasitising rubber tree in Brazil. **Nematology**, Leiden, v.11, n.1, p.95-106, 2009.

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

ORTOLANI, A. A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: Simpósio sobre a cultura da seringueira no estado de São Paulo, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.11-32.

PAES, V. S.; SOARES, P. L. M.; MARI, O. O. O.; SANTOS, J. M.; GOES, A. Primeiro relato de uma doença complexa da seringueira (*Hevea brasiliensis*) causada por *Lasiodiplodia theobromae* e *Pratylenchus brachyurus* no Brasil. **Anais...** Uberlândia: Nematologia Brasileira, 2012, p. 168-169.

PEREIRA, A.L.; SILVA, G.S.; RIBEIRO, V.Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p. 572-578, 2006.

POWEL, N.T. Interactions of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. In: ZUCKERMAN, B.M., W.F. MAI AND R.A. ROHDE. **Plant parasitic nematodes: Cytogenetics, Host-parasite interactions, and Physiology**. New York, NY: Academic Press, Inc. London Ltd. 1971, p. 119-136.

RAZAK, A. R. Variation in plant response, gall size and form induced by *Meloidogyne* on some Malaysian crops. **The Kasetsart Journal**, Malaysia, v.12, n.1, p.43-45, 1978.

ROCHA, A. C. S.; GARCIA, D.; UETANABARO, A. P. T.; CARNEIRO, R. T. O.; ARAÚJO, I. S.; MATTOS, C. R. R., GÓES-NETO, A. Foliar endophytic fungi from *Hevea brasiliensis* and their antagonism on *Microcyclus ulei*. **Fungal Diversity**, Montpellier, v.47, p.75-84, 2011.

SANTOS, J. M.; MATTOS, C.; BARRÉ, L.; FERRAZ, S. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações E. Michelin, em Rondonópolis, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992 Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1992. v. 17, p. 75.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008.** São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

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

SHARMA, R.D.; FERRAZ, E.C.A. Patogenicidade do nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* em plântulas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.2, n.1, p.102, 1977. (Resumo).

SHARMA, R.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BARRE, L.; ROCHA, V. de F. Efeitos de práticas culturais na incidência de *Meloidogyne* sp., em seringais de cultivo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.226, 1992. Resumo.

SHARMA, R. D.; LOOF, P. A. A. Nematode of the cocoa region of Bahia, Brazil I – Plant – Parasitic and free – living nematodes associated with rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). **Revista Theobrama**, Itabuna, v.3, n.1, p.36-41, 1973.

SILVA, R. A.; SERRANO, M. A. S.; GOMES, A. C.; BORGES, D. C.; SOUZA, A. A. S.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. Ocorrência de *Pratylenchus brchyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p. 337, 2003.

SMIT, H. P.; BURGER, K. The outlook for natural rubber production and consumption. In: SETHURAJ, M. R.; MATHEW, N. M. (Eds.). **Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology.** The Netherlands: Elsevier, 1992, p. 26-49.

THANKAMONY, S.; KOTHANDARAMAN, R.; KURUVILLA JACOB, C.; JOSE, V.T. Density and frequency of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in rubber plantations. **Proceedings of Placrosym**, India, v. 15, p.561-564, 2002.

VIEIRA, M. R.; GOMES, E. C. Ácaros da seringueira: sintomas e controle. In: Gonçalves, P. S., Benesi, J. F. C. (org). **III ciclo de palestras sobre a heveicultura paulista**. São José do Rio Preto: Apabor, 2003, p. 63-72.

VINOD, K. K. Breeding for biotic stress in plantation crops. In: **Proceedings of the training programme on “Breeding for biotic stresses in Crop Plants**. Tamil Nadu Agricultural University: Coimbatore, India. 2003, p.431-440.

WYCHERLEY, P. R. The genus Hevea – Botanical aspects. In: SETHURAJ, M. R.; MATHEW, N. M. (Eds.). **Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology**. The Netherlands: Elsevier, 1992, p. 50-66.

CAPÍTULO 2 - Ocorrência de nematoides em viveiros de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo

RESERCH REPORT

OCORRÊNCIA DE NEMATOIDES EM VIVEIROS DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Vanessa dos Santos Paes-Takahashi^{*1}, Pedro Luiz Martins Soares¹, Paulo Fernando de Brito³, Franciele Alves Carneiro¹, Jaime Maia dos Santos

* Autor para correspondência: paes_vanessa@yahoo.com.br

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Nematologia, Jaboticabal, SP, Brasil

³Coordenadoria de Defesa Agropecuária – Estado de São Paulo – EDA, Barretos, SP, Brasil

Running Head: Estudo da tolerância e resistência de porta enxertos de seringueira

ABSTRACT

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, P.F. de Brito, F.A. Carneiro, J.M. dos Santos. 2015.

Nematodes occurrence in rubber trees nurseries in São Paulo State. *Nematropica* 41:00-00.

The heveiculture plays an important role in São Paulo State, which has more than half of brazilian natural rubber production. Nematodes are important pathogens that have been causing significant losses to many crops, including the rubber trees. In this sense, the aim of this work was the survey of nematodes occurrence in rubber trees nurseries in São Paulo State. To the survey, we had the collaboration of Coordenadoria de Defesa Agropecuária de São Paulo (CDA)/ Escritório de Defesa Agropecuária de Barretos (EDA) staff. Altogether, it was sampled 60 nurseries of the main seedlings production center of the state. The nematodes of higher

frequency and density were *Meloidogyne* and *Pratylenchus*. The main species found were *M. incognita*, *M. exigua*, *P. brachyurus* and *R. reniformis*. *Pratylenchus brachyurus* was the most frequent specie found on the roots of rubber trees seedling and must be included as key-nematode to the crop. This work represents the first report of *M. exigua* causing damage to rubber trees seedlings in São Paulo State.

Key words: *Hevea brasiliensis*, *Meloidogyne exigua*, *Pratylenchus brachyurus*, nurseries.

RESUMO

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, P.F. de Brito, F.A. Carneiro, J.M. dos Santos. 2015. Ocorrência de nematoides em viveiros de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo. *Nematropica* 41:00-00.

A Heveicultura assume papel de destaque no estado de São Paulo, que responde por mais da metade da produção brasileira de borracha natural. Os nematoides são importantes patógenos que vêm causando perdas significativas à produção de diversas plantas cultivadas, inclusive a seringueira. Desta forma, o principal objetivo do trabalho foi a realização do levantamento dos nematoides que ocorrem em viveiros de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo. Para o levantamento, contou-se com a colaboração da equipe da Coordenadoria de Defesa Agropecuária de São Paulo / Escritório de defesa Agropecuária de Barretos. Ao todo, foram amostrados 60 viveiros dos maiores centros de produção de mudas de seringueira do estado. Os nematoides de maior frequência e densidade foram *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. As principais espécies identificadas foram *M. incognita*, *M. exigua*, *P. brachyurus* e *R. reniformis*. *Pratylenchus brachyurus* foi a espécie mais frequente nas amostras das raízes das mudas de

seringueira e deve ser considerado praga-chave da cultura. Este trabalho constitui o primeiro relato de *M. exigua* no estado de São Paulo causando danos em mudas de seringueira.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, *Meloidogyne exigua*, *Pratylenchus brachyurus*, viveiros.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis originária da região Amazônica, é uma das mais importantes espécies inclusas no gênero e a principal responsável pelo fornecimento de borracha natural. Essa matéria prima é empregada em larga escala pela indústria automobilística e também em diversos outros segmentos industriais (Smit e Burger, 1992; Wycheeley, 1992; Costa *et al.*, 2001).

O Estado de São Paulo tem grande representatividade econômica na Heveicultura. É o maior produtor de borracha natural do País e responde com cerca 54% do total produzido (IAC, 2015). Os seringais paulistas estão concentrados basicamente na região noroeste que respondem por aproximadamente 67% de toda área cultivada do Estado (Francisco *et al.*, 2004).

O cultivo da seringueira tem grande expressão econômica em São Paulo, no entanto não se exclui o fato de que existem também problemas fitossanitários que podem contribuir para redução na produção como é o caso dos nematoides. Os nematoides de galha, pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi constituem o principal grupo de importância econômica. Entre 1971 e 1972 Sharma e Loof (1973) fizeram um levantamento dos nematoides parasitas de planta e nematoides de vida livre associados à seringueira no Estado da Bahia. Os autores encontraram *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, *R. reniformis* Linford e Oliveira, entre outros, em plantas adultas no campo. Ao que tudo indica foi o primeiro trabalho publicado associando nematoides à seringueira.

Após essa primeira associação, quase vinte anos mais tarde, Sharma *et al.* (1992) encontraram altas infestações de *Meloidogyne* sp. em uma propriedade localizada em Rondonópolis - MT, causando severos danos em seringueiras com diferentes idades. Na mesma região de Rondonópolis - MT, Santos *et al.* (1992), identificaram em clones PB 235 e PB 217, *M. exigua* como a espécie responsável pelos danos.

A Coordenadoria de Defesa Agropecuária – CDA / Escritório de Defesa Agropecuária - EDA Barretos, elaborou uma proposta de Resolução (instrução normativa 29, de 5 de agosto de 2009) para o estado de São Paulo, e vem discutindo o assunto com o setor, com o objetivo de assegurar à produção de mudas de seringueira isentas desses patógenos. Contudo até o presente momento, esta instrução normativa, ainda não foi aprovada.

De fato, devido à falta de informações sobre a ocorrência de nematoides nos viveiros de produção de mudas no estado aliado aos poucos trabalhos com seringueira publicados até o presente momento, o principal objetivo do trabalho foi a realização do levantamento dos nematoides que ocorrem nestes locais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do levantamento dos nematoides na cultura da seringueira no estado de São Paulo, foram realizadas amostragens em viveiros localizados em diversos municípios. De acordo com dados do projeto LUPA 2007/2008, o Estado possui 130 UPAs (Unidades de Produção Agrícola) de viveiros (São Paulo, 2015). Destas, 88 amostras de 60 viveiros com maior número de mudas em formação, foram amostrados, representando em torno de 46% dos viveiros do estado.

Para cada uma das 88 amostras, foram escolhidas 15 plantas ao acaso para formarem uma amostra composta de raízes (100g) e solo (250g), acondicionadas em sacos plásticos. As amostras foram devidamente identificadas com as coordenadas geográficas do local, variedade da copa e porta-enxerto e idade (Tabela 1).

Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nematologia localizado no Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal. Os nematoides foram extraídos das raízes conforme Coolen e D'Herde (1972), utilizando-se uma alíquota de 10 g. Do solo, foram extraídos pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose retirando-se uma alíquota de 100 cm³ (Jenkins, 1964). A suspensão obtida foi fixada em formalina a 4%, para preservação dos nematoides e avaliada sob microscópio óptico comum com auxílio da câmara de contagem de Peters (Southey, 1970).

Para a identificação dos gêneros dos nematoides foi utilizada a chave dicotômica proposta por Mai e Mullin (1996). Para as espécies de *Meloidogyne* Goeldi, foi utilizada as descrições morfológicas e morfométricas propostas por Eisenback e Triantaphyllou (1991) e quando necessário se recorreu à descrição original da espécie. Para *Pratylenchus* Filipjev foi utilizada a chave proposta por Castillo e Vovlas (2007).

Após a obtenção dos dados calculou-se as frequências absoluta (FA) e relativa (FR) e densidades absoluta (DA) e relativa (DR) dos nematoides, com base na metodologia de Thankamony *et al.* (2002). Frequência denota quantas vezes as espécies ocorrem entre as amostras examinadas, então teremos por exemplo:

$$FA = (N^{\circ} \text{ de amostras com } Meloidogyne / n^{\circ} \text{ total de amostras}) \times 100$$

$$FR = (\text{Frequência de } Meloidogyne \text{ spp.} / \text{soma de frequência de todas as espécies}) \times 100.$$

A densidade absoluta representa a população total do nematoide identificado e estimado em cada amostra ou conjunto de amostras. A partir deste valor, por exemplo, a densidade relativa de *Meloidogyne* spp. foi calculada como a porcentagem deste nematoide em relação a população total dos nematoides fitoparasitas: $DR = \text{Pop. Total de } Meloidogyne / \text{Total de nematoides}) \times 100$. Todos estes cálculos foram realizados para cada um dos gêneros encontrados.

Tanto os padrões perineais obtidos quanto os machos, foram documentados através de fotomicrografia obtida de uma câmera Olympus DP 72, acoplada ao microscópio fotônico Olympus BX 50 e ambos acoplados em um microcomputador através do Image-Pro Plus 6.3.

RESULTADOS

Foram encontrados 12 gêneros de nematoides associados à rizosfera das mudas de seringueira, enquanto que nas raízes apenas oito foram detectados (Tabela 2). Destes, *Meloidogyne* e *Pratylenchus* foram os de maior frequência e densidade, tanto no solo quanto nas raízes. A FA do primeiro foi de 63,64% no solo e 26,14% nas raízes. Já do segundo foi de 60,23% no solo e 62,50% nas raízes.

No presente estudo, nem todos os nematoides encontrados nas amostras puderam ser identificados a nível de espécie, principalmente as de *Meloidogyne* que são as de maior importância em função dos danos potenciais, pela falta de fêmeas adultas e mesmo machos. Nas amostras de viveiro localizadas nos municípios de Nhandeara e Fernandópolis, foi identificada *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, porém em baixas densidades variando de 185 a 200 ovos e juvenis em 10g de raízes.

Além destas, o exame de duas amostras coletadas no município de Olímpia, sendo o referido porta-enxerto 'TJ1', com o mais elevado número de juvenis e ovos tanto no solo quanto

nas raízes, indicou que estavam infectadas por *M. exigua*. A densidade absoluta nas duas amostras, respectivamente, foram de 3.168 e 8.855 ovos+juvenis. As mudas advindas de ambos os locais apresentavam sintomas pronunciados de amarelecimento, queda prematura de folhas e redução no crescimento, quando comparadas a outras que não apresentavam galhas nas raízes. As fêmeas de *M. exigua* presentes nestas amostras apresentaram o arco dorsal variando de arredondado e baixo, até alto e quadrado, as estrias grossas e lisas, sendo que a terminação da cauda não é espiralada (Figura 1A). Os machos de *M. exigua* apresentam disco labial não destacado e fundido aos lábios submedianos, a região labial não se destaca do corpo e é lisa, os nódulos basais do estilete pequenos e arredondados (Figura 1B).

No caso de *Pratylenchus* foram encontradas duas espécies no solo, *P. zae* Grahan e *P. brachyurus*. Nas amostras de raízes, foi encontrado apenas *P. brachyurus*.

As fêmeas de *P. brachyurus* apresentaram dois anéis na região labial, que era angulosa com o anel da base mais estreito que o primeiro anel do corpo. Além disso, a espécie apresenta os nódulos basais grandes e arredondados e a posição da vulva mais próxima a extremidade da cauda, com V% (posição da vulva em relação ao comprimento total do corpo dado em percentagem) em torno de 80 (Figura 2).

Em termos de densidade, o terceiro grupo que merece destaque neste estudo é *Rotylenchulus*, que apresentou uma DR de 9,64% no solo e 0,05% nas raízes. A espécie encontrada foi *R. reniformis*.

DISCUSSÃO

Thankamony *et al.* (2002) também encontraram elevada frequência de *Meloidogyne* em levantamento em áreas de cultivo da seringueira na Índia. Os autores mencionaram que a

espécie presente era *M. incognita*, embora não mencionem que identificaram a espécie. Os autores afirmam que por ser este o nematoide de maior ocorrência e disseminação naquela localidade, também era o que estava associado as seringueiras.

Mesmo que nem todas as amostras tenham sido identificadas a nível de espécie apenas *M. incognita* e *M. exigua* parecem estarem associados a seringueira, visto não existir nenhum outro relato, até o presente momento, de outras espécies associadas à cultura no estado de São Paulo. O único relato de danos presente na literatura foi o realizado primeiramente por Sharma *et al.* (1992) e logo em seguida Santos (1992), que afirmou ser *M. exigua* o agente causador da meloidoginose em seringueiras na região de Rondonópolis-MT.

Outro fato ocorrido foi na região de Itiquira-MT, onde áreas extensas de seringueiras estavam infestadas por *M. exigua*, obrigando os donos a venderem parte das terras em virtude da redução drástica na produção. Inclusive, tentativas de controle realizadas naquela área pelos próprios funcionários com o produto químico a base de aldicarbe, provou ser insuficiente para a redução das populações do referido nematoide e não teve efeito algum sobre a recuperação do seringal.

Embora ambas espécies tenham sido encontradas na seringueira no estado de São Paulo, aparentemente *M. incognita* não causa danos severos quando comparado com *M. exigua*. De fato, Sharma e Ferraz (1977) testaram a patogenicidade de *M. incognita* em seringueira ao inocular níveis crescentes de nematoide, sendo estes: 0, 10, 100, 1.000, 10.000 indivíduos/vaso, e concluíram que somente no maior nível houve influência no desenvolvimento das mudas de seringueira. Carneiro e Kryzyzanowski (1990) também encontraram *M. incognita* em mudas de seringueira cv. TJ1 e TJ16 no estado do Paraná, e observaram que as mudas não apresentavam sintomas na parte aérea, embora com intensa formação de galhas e massas de ovos. Relatos de danos às seringueiras pela referida espécie não foram encontrados na literatura. Aparentemente,

mesmo que ocorra uma elevada multiplicação desse nematoide na seringueira, é possível que sua agressividade seja inferior. Essa diferença na patogenicidade ou mesmo agressividade de espécies de *Meloidogyne* é deveras muito importante e já foi relatada por Barbosa (2008) na cana-de-açúcar. O autor afirma que embora *M. incognita* se multiplique mais em relação a *M. javanica* é este último que causa os danos mais pronunciados sendo, portanto, o mais agressivo das duas espécies para a referida cultura.

Com relação às espécies de *Pratylenchus*, nota-se, que *P. brachyurus*, tem tido maior frequência nas raízes em relação aos demais nematoides. Esta informação nos dá a certeza de que esse nematoide tem elevada importância para o cultivo da seringueira, estando presente em mais da metade das amostras analisadas. Seu potencial de dano é extremamente elevado, e mesmo que sua capacidade de reprodução seja baixa, existe outro agravante, pode ocorrer a associação deste nematoide com fungos, formando doenças complexas. De fato, Paes et al. (2012) fizeram o primeiro relato de uma doença complexa da seringueira causada pela referida espécie de nematoide juntamente com *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl na região de Novo Horizonte-SP. Os autores mencionam que haviam plantas mortas no local, e as plantas adjacentes com sintomas iniciais da doença (seca ou morte dos ponteiros), apresentavam em torno de 545 a 670 espécimes de *P. brachyurus* em 10 g de raízes. Esse fungo naturalmente não ataca a seringueira, contudo no caso de estresse ou mesmo lesões na planta, pode chegar a causar a morte das mesmas.

Pelo fato de *P. brachyurus* ser a única espécie encontrada nas raízes, *P. zaeae*, apesar de presente nas amostras de solo, não infecta a seringueira e provavelmente estava associado a algumas Poáceas infestantes, presentes no local.

Em termos de densidade, as espécies de *Meloidogyne* superam as de *Pratylenchus*, uma vez que sua capacidade de reprodução, em geral, é mais elevada que a dos nematoides das

lesões radiculares. Com efeito, *Pratylenchus* spp. são monodelfas (tem apenas um ovário), enquanto que as espécies de *Meloidogyne* são didelfas (têm dois ovários) (Moens e Perry, 2009).

Para a cultura da seringueira na Malásia, um dos maiores produtores de borracha natural do mundo, as espécies de maior frequência foram *Meloidogyne* spp., *P. brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira (Razak, 1978). Esses resultados corroboram os do presente estudo, visto que *R. reniformis* também fora encontrado em elevada densidade após os outros dois mencionados. Embora tenha sido encontrado predominantemente no solo, esse nematoide também pode estar causando danos à cultura, pois é comum, devido ao hábito de parasitismo desta espécie, que sejam encontrados em maior quantidade no solo.

O reflexo da produção nas áreas comerciais de seringueira está diretamente ligado ao sistema de produção de mudas, que ainda segue um padrão tradicional e deficitário. As mudas são formadas no chão com o solo do próprio local, vários anos sucessivos, sem a utilização de rotação de culturas e nem mesmo outro tratamento prévio do solo, contribuindo para a disseminação de nematoides.

Uma vez instalados na propriedade, será necessário que os produtores lancem mão de recursos em muitos casos onerosos e até mesmo sem resultados satisfatórios. Não é possível exterminá-los, portanto uma das medidas a ser tomada é evitar a entrada desses agentes em áreas isentas. A importância em se realizar este levantamento, reside no fato de que a Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA), Escritório de Defesa Agropecuária (EDA) de Barretos, com a proposta de Resolução (instrução normativa 29, de 5 de agosto de 2009) para o estado de São Paulo, busca assegurar à produção de mudas de seringueira isentas desses patógenos. Essa medida é de extrema importância, pois muito embora a grande maioria dos

nematoides parasitos de plantas sejam microscópicos, podem causar sérios danos à seringueira e não devem ser negligenciados.

CONCLUSÕES

Os nematoides de maior frequência e densidade encontrados em áreas de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo são *Pratylenchus* e *Meloidogyne*.

As principais espécies identificadas são, *M. incognita*, *M. exigua*, *P. brachyurus* e *R. reniformis*.

Pratylenchus brachyurus é a espécie mais frequente nas amostras das raízes das mudas de seringueira e deve ser considerado praga-chave da cultura.

Este trabalho constitui o primeiro relato de *M. exigua* no estado de São Paulo causando danos em mudas de seringueira.

AGRADECIMENTOS

À equipe da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA), pela coleta das amostras.

LITERATURA CITADA

- Carneiro, R. G. and A.A. Kryzyzanowski. 1990. Constatação de *Meloidogyne incognita* em seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Paraná. *Nematologia brasileira*, 14:6-7 (Resumo).
- Castillo, P. and N. Vovlas (Eds). 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management: Nematology monographs and perspectives. Leiden: Brill, 529p.

- Coolen, W.A. and C.J. D'herde. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 77p.
- Costa, R.B., P.S. Gonçalves, A. Odália-Rimoli and E.J. Arruda. 2001. Melhoramento e conservação genética aplicados ao Desenvolvimento Local – o caso da seringueira (*Hevea* sp). *Revista Internacional de Desenvolvimento Local* 1:51-58.
- Eisenback, J.D. and H.H. Triantaphyllou. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. Pp 191-274 in Nickle, W.R. *Manual of Agricultural Nematology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Francisco, V.L.F.S., C.R.F. Bueno, C.S.L. Baptistella. 2004. A cultura da seringueira no estado de São Paulo. *Informações Econômicas* 34:31-42.
- IAC. A importância da borracha natural. 2012. Online.<http://iac.impulsa.com.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>.
- Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
- Mai, W.F. and P.G. Mullin. 1996. *Plant parasitic-nematodes: A pictorial key to genera*. Ithaca: Comstock Publishing Associate a division of Cornell University Press, 277p.
- Moens, M. and R.N. Perry. 2009. Migratory plant endoparasitic nematodes: A group rich in contrasts and divergence. *Annual Review of Phytopathology* 47: 313-332.
- Paes, V.S., P.L.M. Soares, O.O.O. Mari, J.M. Santos and A. Goes. 2012. Primeiro relato de uma doença complexa da seringueira (*Hevea brasiliensis*) causada por *Lasiodiplodia theobromae* e *Pratylenchus brachyurus* no Brasil. *Anais... Uberlândia: Nematologia Brasileira* 168-169.

- Razak, A.R. 1978. Variation in plant response, gall size and form induced by *Meloidogyne* on some Malaysian crops. The Kasetsart Journal 12:43-45.
- Santos, J.M., C. Matos, L. Barré and S. Ferraz. 1992. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações Michelin, em Rondonópolis, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Lavras, MG. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia 17:75.
- São Paulo (Estado). 2015. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Online <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>.
- Sharma, R.D. and E.C.A. Ferraz. 1977. Patogenicidade do nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* em plântulas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Fitopatologia Brasileira 2:102.
- Sharma, R.D. and P.A.A. Loof. 1973. Nematode of the cocoa region of Bahia, Brazil I – Plant – Parasitic and free – living nematodes associated with rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Revista Theobrama 3:36-41.
- Sharma, R.D., N.T.V. Junqueira, L. Barre and V.F. Rocha. 1992. Efeitos de práticas culturais na incidência de *Meloidogyne* sp., em seringais de cultivo. Fitopatologia Brasileira 17:226.
- Smit, H.P. and K. Burger. 1992. The outlook for natural rubber production and consumption. Pp. 26-49 in Sethuraj, M.R. and N.M. Mathew. Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. The Netherlands: Elsevier.

- Southey, J.F. 1970. Laboratory for work with plant and soil nematodes, 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd. 148 p. (Bulletin, 2).
- Thankamony, S., R. Kothandaraman, C. Kuruvilla Jacob and V.T. Jose, V.T. 2002. Density and frequency of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in rubber plantations. Proceedings of Placrosym 15:561-564.
- Wycherley, P.R. The genus *Hevea* – Botanical aspects. Pp. 50-66 in Sethuraj, M.R. and N.M. Mathew. 1992. Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. The Netherlands: Elsevier.

Tabela 1. Informações dos viveiros de formação de mudas de seringueira amostrados em trinta municípios do estado de São Paulo.

Local	Data de coleta	Lacre	Porta enxerto	Clone	Idade	Coordenadas	
						S	W
Barretos	06-10-11	1078952	GT1	RRIM600	24 meses	20°25'16,4''	48°37'10,0''
Barretos	06-10-11	1078953	IAN	RRIM600	18 meses	20°20'55,8''	48°36'18,6''
Barretos	06-10-11	1078954	IAN	RRIM600	18 meses	20°20'55,8''	48°36'18,6''
Barretos	02-12-10	0970590	TJ1xTJ16	PR255	12 meses	20°41'49,2''	48°48'05,9''
Barretos	02-12-10	0970582	TJ1xTJ16	-	12 meses	20°41'49,2''	48°48'05,9''
Bebedouro	07-10-11	1078956	GT1	RRIM600	24 meses	20°53'06,2''	48°28'21,6''
Bebedouro	07-10-11	1078957	GT1	RRIM600	24 meses	20°53'06,2''	48°28'21,6''
Bebedouro	29-11-10	0973874	GT1	RRIM600	12 meses	20°53'06,4''	48°28'21,0''
Bebedouro	29-11-10	0973875	GT1	RRIM600	12 meses	20°53'06,4''	48°28'21,0''
Bebedouro	29-11-10	0973873	GT1	RRIM600	12 meses	20°53'06,4''	48°28'21,0''
Cajobi	05-10-11	107895	TJ16	RRIM600	24 meses	20°53'05,2''	48°49'24,6''
Colina	29-11-10	0973871	TJ16	RRIM600	-	20°42'15,1''	48°31'36,7''
Colina	29-11-10	0973872	GT1	RRIM600	-	20°42'15,1''	48°31'36,7''
Colômbia	02-12-10	097058	TJ1xTJ16	RRIM600	24 meses	20°13'59,3''	48°36'19,9''
Cosmorama	13-02-12	729931	-	RRIM600	24 meses	20°29'11,9''	49°47'33,2''
Cosmorama	13-02-12	729932	-	RRIM600	24 meses	20°29'11,9''	49°47'33,2''
Dirce Reis	12-03-12	0729814	RRIM600	-	36 meses	20°25'20,2''	50°36'12,2''
Estrela D'Oeste	16-03-12	0729756	TJ16	RRIM600	24 meses	20°16'30,6''	50°24'31,4''
Fernandópolis	15-03-12	0729798	RRIM600	RRIM600	11 meses	20°08'41,1''	50°19'03,9''
Fernandópolis	15-03-12	0729753	-	RRIM600	24 meses	20°07'44,7''	50°18'46,6''
Fernandópolis	15-03-12	0729751	GT1	RRIM600	12 meses	20°08'30,3''	50°21'52,6''
Fernandópolis	15-03-12	0729797	GT1	-	15 meses	20°09'08,5''	50°18'49,4''
Guapiaçu	01-11-11	0729899	GT1	RRIM600	12 meses	20°46'39,8''	49°12'07,8''
Guapiaçu	01-11-11	0721990	GT1	RRIM600	12 meses	20°36'46,1''	49°38'00,5''
Guapiaçu	26-10-11	0729938	GT1	RRIM600	12 meses	20°44'07,9''	49°42'41,5''
Guarani D'Oeste	15-03-12	0729799	RRIM600	-	24 meses	20°04'29,1''	50°20'34,1''
Macaubal	13-03-12	0729888	GT1	RRIM600	24 meses	20°48'46,4''	49°58'10,5''
Macaubal	13-03-12	0729888	-	RRIM600	12 meses	20°48'35,3''	49°58'30,0''

Continua...

Local	Data de coleta	Lacre	Porta enxerto	Clone	Idade	Coordenadas	Local
Macaubal	13-03-12	0729890	-	RRIM600	24 meses	20°48'44,0''	49°58'20,6''
Mirópolis	13-03-12	0729808	GT1	RRIM600	30 meses	19°58'05,9''	50°38'04,1''
Monte Aprazível	25-10-11	0729958	GT1	RRIM600	12 meses	20°44'07,9''	49°42'41,5''
Monte Aprazível	25-10-11	0729959	GT1	RRIM600	12 meses	20°38'00,5''	49°38'07,5''
Neves Paulista	25-10-11	0729936	GT1	RRIM600	12 meses	20°49'06,1''	49°39'21,8''
Neves Paulista	25-10-11	0729937	GT1	RRIM600	12 meses	20°51'42,9''	49°38'22,9''
Neves Paulista	24-10-11	0729951	GT1	RRIM600	12 meses	20°51'42,9''	49°38'22,9''
Neves Paulista	24-10-11	0729952	GT1	RRIM600	12 meses	20°50'45,0''	49°36'58,5''
Neves Paulista	24-10-11	0729956	GT1	RRIM600	12 meses	20°50'45,0''	49°36'58,5''
Neves Paulista	24-10-11	079957	GT1	RRIM600	12 meses	20°41'35,3''	50°03'29,6''
Nhandeara	13-03-12	0729913	-	RRIM600	12 meses	20°34'08,9''	50°04'13,5''
Nhandeara	13-03-12	0729914	-	RRIM600	12 meses	20°34'08,9''	50°04'13,5''
Nhandeara	13-03-12	0729911	-	RRIM600	12 meses	20°34'09,0''	50°04'14,1''
Nhandeara	13-03-12	0729912	-	RRIM600	12 meses	20°34'09,0''	50°04'14,1''
Nhandeara	13-03-12	0507919	-	RRIM600	12 meses	20°41'25,7''	49°59'42,2''
Nhandeara	13-03-12	0507920	-	RRIM600	12 meses	20°41'25,7''	49°59'42,2''
Nhandeara	13-03-12	0507921	-	RRIM600	12 meses	20°41'30,2''	49°59'48,0''
Nhandeara	13-03-12	0729802	-	RRIM600	12 meses	20°41'30,2''	49°59'48,0''
Nhandeara	13-03-12	0729887	-	RRIM600	12 meses	20°38'25,2''	50°02'43,6''
Nhandeara	13-03-12	0729889	-	RRIM600	12 meses	20°38'25,4''	50°02'44,1''
Nhandeara	13-03-12	0729887	-	RRIM600	24 meses	20°41'32,0''	50°03'18,8''
Nhandeara	14-03-12	0507919	-	RRIM600	12 meses	20°41'35,3''	50°03'29,6''
Nhandeara	14-03-12	0507920	-	RRIM600	12 meses	20°41'35,3''	50°03'29,6''
Nhandeara	14-03-12	0507921	-	RRIM600	12 meses	20°41'35,3''	50°03'29,6''
Nhandeara	14-03-12	0729802	-	RRIM600	12 meses	20°42'06,5''	48°53'30,8''
Novais	25-04-12	0729875	GT1	RRIM600	13 meses	20°59'14,8''	48°54'30,3''
Novais	27-04-12	1043388	GT1	RRIM600	15 meses	20°59'05,2''	48°55'22,3''
Olímpia	05-10-11	1078959	GT1	RRIM600	24 meses	20°44'22,2''	48°56'24,7''
Olímpia	06-10-11	1078958	GT1	RRIM600	24 meses	20°42'34,5''	48°55'44,7''
Olímpia	06-10-11	1078991	GT1	RRIM600	18 meses	20°42'34,5''	48°55'44,7''

Continua...

Local	Data de coleta	Lacre	Porta enxerto	Clone	Idade	Coordenadas	Local
Olímpia	05-10-11	1078995	TJ	-	7 meses	20°40'23,7''	48°50'26,9''
Olímpia	05-10-11	0967524	TJ	-	7 meses	20°40'23,7''	48°50'26,9''
Olímpia	05-10-11	1078951	GT1	-	7 meses	20°34'51,8''	48°48'24,0''
Olímpia	05-10-11	1078992	GT1	-	7 meses	20°34'51,8''	48°48'24,0''
Olímpia	06-10-11	1078952	GT1	RRIM600	36 meses	20°42'47,2''	48°58'34,7''
Olímpia	02-12-10	1078768	GT1	-	24 meses	20°44'08,2''	48°52'29,1''
Olímpia	02-12-10	1078767	GT1	-	24 meses	20°44'08,2''	48°52'29,1''
Olímpia	01-04-12	1078754	GT1	RRIM600	36 meses	20°40'54,5''	48°57'25,4''
Olímpia	01-04-12	1078768	GT1	RRIM600	36 meses	20°40'54,5''	48°57'25,4''
Olímpia	02-12-10	1078876	GT1	937	12 meses	20°42'40,2''	48°54'32,3''
Olímpia	02-12-10	1078875	GT1	937	12 meses	20°42'40,2''	48°54'32,3''
Olímpia	05-10-11	1078951	GT1	RRIM600	12 meses	20°42'06,5''	48°53'30,8''
Olímpia	05-10-11	1078992	GT1	RRIM600	12 meses	20°46'39,8''	49°12'07,8''
Ouro Oeste	13-03-12	0729812	GT1	RRIM600	12 meses	19°59'36,2''	50°25'14,0''
Ouro Oeste	13-03-12	0729813	GT1	RRIM600	-	19°54'01,5''	50°22'52,1''
Paranapuã	14-03-12	0729811	TJ16	RRIM600	12 meses	20°02'45,1''	50°37'37,2''
Pontalina	12-03-11	0729815	TJ16	RRIM600	12 meses	20°26'22,3''	50°31'56,2''
Populina	13-03-12	0729818	GT1	RRIM937	12 meses	19°58'01,2''	50°27'09,7''
Populina	13-03-12	072 9817	GT1	RRIM937	12 meses	19°58'01,2''	50°27'09,7''
Santa Albertina	13-03-12	0729816	PB235	RRIM600	24 meses	19°59'27,1''	50°43'50,4''
Severínia	01-12-10	1078757	TJ16	RRIM600	12 meses	20°48'28,0''	48°52'10,6''
Tabapuã	26-04-12	0729779	TJ16	RRIM600	12 meses	20°58'29,8''	49°00'04,8''
Tabapuã	25-04-12	1043390	GT1	RRIM600	14 meses	20°58'41,6''	49°01'50,2''
Tabapuã	25-04-12	0729868	GT1	RRIM600	15 meses	20°58'42,5''	49°01'55,1''
Tabapuã	25-04-12	0729870	GT1	RRIM600	13 meses	20°54'58,1''	49°04'26,8''
Tabapuã	26-04-12	0729778	GT1	RRIM600	15 meses	20°58'58,3''	49°02'01,9''
Tabapuã	26-04-12	0729874	GT1	RRIM600	12 meses	20°57'06,9''	49°02'44,1''
Tabapuã	26-04-12	0729871	GT1	RRIM600	12 meses	20°53'35,0''	49°03'21,6''
Tanabi	25-10-11	0729952	-	RRIM600	12 meses	20°36'46,1''	49°38'00,5''
Tanabi	25-10-11	0729954	-	RRIM600	12 meses	20°46'56,0''	49°14'01,9''

Continua...

Local	Data de coleta	Lacre	Porta enxerto	Clone	Idade	Coordenadas	Local
Tanabi	25-10-11	0729898	-	RRIM600	12 meses	20°38'00,5''	49°38'07,5''
Tanabi	25-10-11	0729897	-	RRIM600	12 meses	20°49'06,1''	49°39'21,8''
Turiúba	14-03-12	0729883	-	RRIM600	36 meses	20°58'19,7''	50°09'19,3''
Uchoa	26-04-12	0729872	GT1/IAN	RRIM600	12 meses	20°41'35,3''	50°03'29,6''
Urupês	24-04-12	1043386	GT1	RRIM600	13 meses	20°47'31,8''	48°31'38,3''
Votuporanga	16-02-12	729866	-	GT1	12 meses	20°27'42,8''	49°51'32,0''

- Porta enxerto não identificado ou policlonal (resultante do cruzamento de vários clones).

Tabela 2. Frequência e densidade de nematoides presentes em 88 amostras de 60 viveiros comerciais de mudas de seringueira do Estado de São Paulo. Jaboticabal – SP, 2015.

Gênero	n° de amostras infectadas		Frequência Absoluta (%)		Frequência Relativa (%)		Densidade Absoluta		Densidade Relativa (%)	
	solo	raiz	solo	raiz	solo	raiz	solo	raiz	solo	raiz
<i>Meloidogyne</i>	56	23	63,64	26,14	27,86	27,38	5833	13594	62,53	65,24
<i>Pratylenchus</i>	53	55	60,23	62,50	26,37	65,48	1252	7200	13,42	34,55
<i>Trichodorus</i>	21	1	23,86	1,14	10,45	1,19	284	5	3,04	0,02
<i>Mesocriconema</i>	13	1	14,77	1,14	6,47	1,19	379	5	4,06	0,02
<i>Rotylenchulus</i>	22	1	25,00	1,14	10,95	1,19	899	10	9,64	0,05
<i>Aphelenchoides</i>	1	1	1,14	1,14	0,50	1,19	10	10	0,11	0,05
<i>Helicotylenchus</i>	9	0	10,23	0,00	4,48	0,00	113	0	1,21	0,00
<i>Tylenchus</i>	12	1	13,64	1,14	5,97	1,19	375	9	4,02	0,04
<i>Ditylenchus</i>	9	1	10,23	1,14	4,48	1,19	150	4	1,61	0,02
<i>Tylenchorhynchus</i>	3	0	3,41	0,00	1,49	0,00	25	0	0,27	0,00
<i>Paratylenchus</i>	1	0	1,14	0,00	0,50	0,00	5	0	0,05	0,00
<i>Hoplolaimus</i>	1	0	1,14	0,00	0,50	0,00	4	0	0,04	0,00

*Densidade absoluta número total de indivíduos das 88 amostras analisadas.

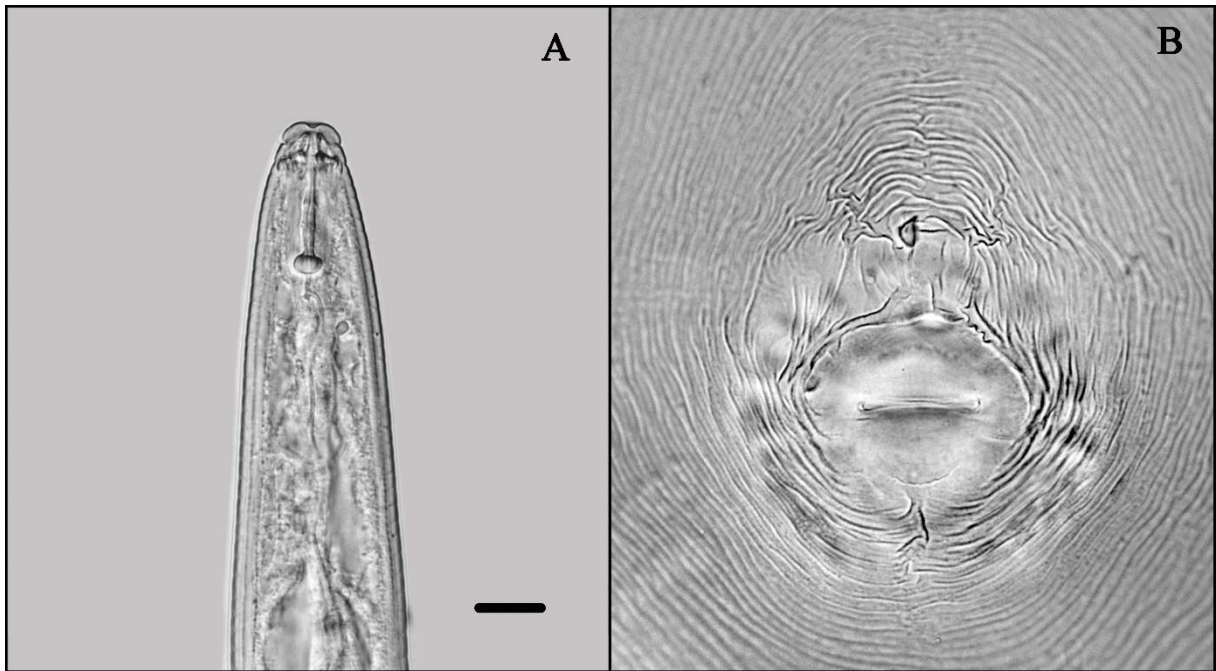


Figura 1. Principais características morfológicas de machos e fêmeas de *Meloidogyne exigua* identificados em raízes de mudas de seringueira. A) Região labial dos machos apresentando disco labial não destacado e fundido aos lábios submedianos, região labial lisa e não destacada do corpo, nódulos basais do estilete pequenos e arredondados, característicos da espécie. A barra representa 10 μm . B) Padrão perineal das fêmeas apresentando arco dorsal arredondado e baixo com estrias grossas e lisas, característico da espécie.

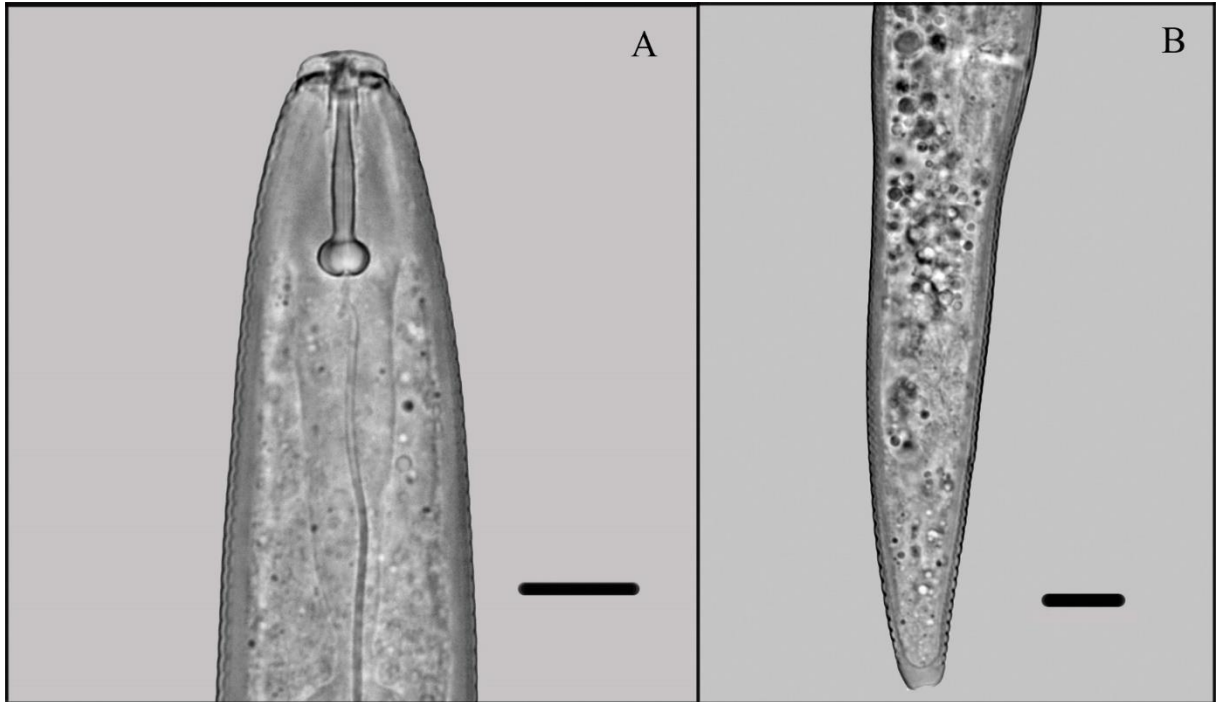


Figura 2. Principais características morfológicas de fêmeas de *Pratylenchus brachyurus* identificadas em raízes de mudas de seringueira. A) Região labial com dois anéis apresentando angulosidade nas laterais, e nódulos basais do estilete arredondados. B) Vulva mais próxima a extremidade da cauda (V% em torno de 80). As barras representam 10 μm .

CAPÍTULO 3 - Tolerância e resistência de porta-enxertos de seringueira à *Meloidogyne exigua* e *Pratylenchus brachyurus*

RESEARCH REPORT

TOLERÂNCIA E RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE SERINGUEIRA USADAS COMO PORTA-ENXERTOS À *MELOIDOGYNE EXIGUA* E *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*

Vanessa dos Santos Paes-Takahashi^{*1}, Pedro Luiz Martins Soares¹, Erika Perches Guiducci²,
Paulo Fernando de Brito³, Franciele Alves Carneiro¹

* Autor para correspondência: paes_vanessa@yahoo.com.br

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Nematologia, Jaboticabal, SP, Brasil

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Produção Vegetal, SP, Brasil

³Coordenadoria de Defesa Agropecuária – Estado de São Paulo – EDA, Barretos, SP, Brasil

Running Head: Tolerância e resistência de porta-enxertos de seringueira

ABSTRACT

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, E.P. Guiducci, P.F. de Brito, F.A. Carneiro. 2015. Tolerance and resistance of rubber trees used as rootstock to *Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus brachyurus*. *Nematropica* 41:00-00.

The rubber tree, *Hevea brasiliensis* is an important crop for São Paulo State, which has more than 50% of the total Brazilian natural rubber production. Despite this, nematodes studies, especially with *Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus brachyurus* are limited. In this work, it was studied the tolerance and resistance to both nematodes. The rubber trees rootstock

evaluated were GT1', 'PB-235', 'PB-217', 'RRIM-501', 'PR-255', 'IAN-873', 'RRIM-600' e 'TJ-1'. The seedlings were produced from seeds, and with six months were inoculated with 3,000 eggs+juveniles of *M. exigua* or 1,000 actives forms+eggs of *P. brachyurus*, separately. In order to evaluate the tolerance it was measured the plant height and diameter, and for the resistance it was evaluated the total population, nematodes.g⁻¹ and the reproduction factor (RF). *Meloidogyne exigua* caused more pronounced damage to the rubber trees rootstocks. All rootstocks were intolerant and susceptible to *M. exigua* and *P. brachyurus*.

Key words: lesion nematodes, root-knot nematodes, *Hevea brasiliensis*

RESUMO

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, E.P. Guiducci, P.F. de Brito, F.A. Carneiro. 2015. Estudo da tolerância e resistência de plantas de seringueira usadas como porta-enxertos à *Meloidogyne exigua* e *Pratylenchus brachyurus*. Nematropica 41:00-00.

A seringueira, *Hevea brasiliensis*, é uma cultura de grande importância para o Estado de São Paulo, que atualmente contribui com mais de 50% da produção brasileira de borracha natural. Apesar disto, estudos relacionados aos nematoides, principalmente *Meloidogyne exigua* e *Pratylenchus brachyurus*, são escassos. Neste trabalho estudou-se a tolerância e a resistência de porta-enxertos de seringueira a ambos os nematoides. Os porta-enxertos estudados foram 'GT1', 'PB-235', 'PB-217', 'RRIM-501', 'PR-255', 'IAN-873', 'RRIM-600' e 'TJ-1'. As mudas foram produzidas a partir de sementes destes materiais, e aos seis meses foram inoculadas com 3.000 ovos e eventuais juvenis de *M. exigua* ou 1.000 formas ativas e ovos de *P. brachyurus*, separadamente. Para avaliação da tolerância dos materiais foram feitas as análises biométricas de altura e diâmetro, e para avaliação da resistência, a população final, fator de reprodução (FR) e número de nematoides.g⁻¹. *Meloidogyne exigua* causou os danos

mais pronunciados aos porta-enxertos de seringueira. Todos os porta-enxertos são intolerantes e suscetíveis a *M. exigua* e *P. brachyurus*.

Palavras chave: Nematoides de galha, nematoides das lesões, *Hevea brasiliensis*.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea* Fusee Aublet) pertence à família Euphorbiaceae e inclui 11 espécies descritas no gênero, dentre as quais a de maior importância para o Brasil é a *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis (Costa *et al.*, 2001). As espécies de *Hevea* são encontradas naturalmente na região da Bacia Amazônica e em partes do planalto adjacente. Somente no Brasil, podem ser encontradas todas as espécies, por compreender maior parte do território de origem (Wycherley, 1992).

A Tailândia, Indonésia, Malásia, Índia e Vietnã, no ano de 2012 despontaram como os maiores produtores de borracha natural do mundo e juntos somam cerca de 81% de toda a borracha produzida. O Brasil produziu apenas cerca de 1,51% desta demanda mundial por borracha. Deste total produzido no País, somente o estado de São Paulo contribuiu com cerca de 54% (IAC, 2015).

Contudo, até o início do século XX, o Brasil era o maior produtor de borracha e um dos fatores que cooperou para a decadência da seringueira, foi a doença conhecida como mal-das-folhas, ocasionado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx (Gasparotto *et al.*, 1997; Vinod, 2003). Além das doenças e algumas pragas, os nematoides são agentes patogênicos de grande relevância para a agricultura, e ao longo dos anos vêm contribuindo com a redução da produção de diversas delas no País. As espécies de *Meloidogyne* Goeldi, constituem o principal grupo de nematoides de importância econômica no mundo. São amplamente distribuídos e podem causar perdas tanto quantitativas quanto qualitativas (Manzanilla-López *et al.*, 2004).

As espécies de *Pratylenchus* Filipjev, são consideradas o segundo grupo de nematoides de maior importância econômica, logo após os nematoides de galha (Castillo e Volvas, 2007). *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven é a espécie que se destaca no Brasil. Este nematoide foi encontrado com frequências elevadas variando de 79 a 94% nas amostras de diversas culturas, sobretudo a soja (Silva *et al.*, 2003; Asmus, 2004).

Os primeiros trabalhos associando nematoides às seringueiras são da década de 70 (Sharma e Loof, 1973; Razah, 1978; Freire, 1976). Deste período até a década de 90 não foram encontrados muitos trabalhos científicos sobre o tema. Até que, Sharma *et al.* (1992) encontraram altas infestações de *Meloidogyne* sp. em uma propriedade localizada em Rondonópolis, MT, causando severos danos em seringais com diferentes idades. Nesta mesma região, Santos *et al.* (1992) identificaram em clones 'PB 235' e 'PB 217' *Meloidogyne exigua* Goeldi como sendo o agente causal. Esse foi, ao que tudo indica, o primeiro relato de danos provocados por esse nematoide à cultura de seringueira.

Meloidogyne exigua é a espécie tipo do gênero, foi descoberta pelo Dr. Emílio A. Goeldi em 1887, em cafezais na então província do Rio de Janeiro (Goeldi, 1892). Este nematoide possui três raças, que podem ser identificadas através de hospedeiros diferenciais. A raça 1 agrupa os indivíduos capazes de infectar somente o cafeeiro, a raça 2, agrupa indivíduos capazes de infectar tanto o cafeeiro quanto o tomateiro, por fim a raça 3 obtida de seringueiras não infecta nem o tomateiro nem o cafeeiro, o que sugere que esta última raça é altamente específica (Lordello e Lordello, 2004; Muniz *et al.*, 2009).

A resistência de plantas tem sido reportada como um dos métodos de manejo mais efetivos contra nematoides, ainda mais quando tolerante, pois a cultura pode ter alto rendimento mesmo em solo infestado (Starr *et al.*, 2002). O conceito de resistência e tolerância para o presente estudo deve ser claro. A resistência é resultante da expressão de genes do hospedeiro que restringem ou previnem a multiplicação do nematoide. Já tolerância é independente da

resistência e está relacionada à habilidade da planta hospedeira em resistir ou se recuperar dos efeitos danosos ocasionados pelo ataque dos nematoides (Trudgil, 1991).

Estudos acerca da resistência ou hospedabilidade dos principais porta-enxertos de seringueiras à *M. exigua* são escassos, e no caso de *P. brachyurus*, não se encontra nenhum trabalho sobre o tema. De fato, Martins *et al.* (2000) mencionam que, desde que os porta-enxertos preencham as condições ideais de enxertia, pouca importância lhes é dada quanto à sua procedência ou descendência, evidenciando a carência de informações na área.

Contudo, Fonseca e Jaehn (2000) estudaram os mecanismos de resistência dos porta-enxertos 'RRIM 600', 'IAN 873', 'GT 1' e 'PB 235', inoculados com *M. javanica* Treub Chitwood. Para tanto fizeram cortes histológicos e observaram acúmulo de compostos fenólicos, formações de cristais de oxalato de cálcio em células do parênquima próximo a endoderme no caso de 'RRIM 600', lignificação de paredes de células do parênquima vascular em todos os porta-enxerto e da célula gigante somente em RRIM 600 e o espessamento da parede das células gigantes em IAN 873.

Similarmente, Fonseca *et al.* (2003) fizeram uma avaliação comparativa da ultraestrutura das raízes do porta-enxerto RRIM 600 infectadas por *M. exigua* e *M. javanica*. Cabe ressaltar, que as seringueiras são resistentes a *M. javanica*. Nas células induzidas por este último nematoide, foram encontrados peroxissomas com inclusões cristalinas, dictiosomas mais elétron-densas e ausência de amiloplastos. Os autores ainda afirmaram que aparentemente ocorre uma fusão das partículas de borracha nas células incitadas por *M. javanica*, ocasionando a coagulação do látex. Isso por sua vez, impede que o nematoide injete suas enzimas, causando efeito negativo ao seu desenvolvimento e reprodução.

Conhecer a resistência dos principais porta-enxertos aos nematoides-chave da cultura, é de fato uma das principais formas de se antever os possíveis impactos desses agentes, além do fato de se poder estabelecer medidas efetivas de controle através da indicação de um porta-

enxerto resistente, ou até mesmo outras medidas caso esses não sejam encontrados. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos avaliar a resistência de porta-enxertos de seringueira à *M. exigua* e *P. brachyurus* bem como sua tolerância em relação a estes nematoides.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem, multiplicação e preparo do inóculo

A população de *M. exigua* utilizada nesse estudo foi obtida em 1993 de seringueira cultivada na região de Itiquira-MT. Foi identificada no Laboratório de Nematologia da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal, com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme Taylor e Netscher (1974) e na morfologia da região labial dos machos (Eisenback *et al.*, 1981). Posteriormente, foi mantida em microparcelas compostas de manilhas de cimento de dois metros de diâmetro contendo como hospedeiro mudas de seringueira 'RRIM 600' enxertadas sobre 'GT 1'. Por se tratar de uma cultura perene, não houve a necessidade de renovação do inóculo durante esse período, além do mais a seringueira tem uma renovação constante de raízes ao longo do ano, permitindo a reinfecção pelo nematoide.

Para execução do experimento foram retiradas alíquotas de raízes das microparcelas, que em seguida foram processadas de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973). A concentração da suspensão foi estimada com auxílio de uma câmara de contagem de Peters (Southey, 1970), em microscópio fotônico e ajustada para 300 ovos e juvenis de segundo estágio (J2).mL⁻¹ para utilização como inóculo.

O inóculo inicial de *P. brachyurus* foi obtido de uma área de seringueira localizada em Palestina-SP. As amostras coletadas foram processadas de acordo com a técnica de Coolen e

D'Herde (1972). A subpopulação da espécie foi identificada, com base na morfologia de fêmeas adultas, utilizando-se a chave de Castillo e Vovlas (2007).

Esse nematoide foi multiplicado *in vitro* em cilindros de cenoura para obtenção de uma subpopulação pura, de acordo com a técnica descrita por Gonzaga e Santos (2010), com modificações. Nesta técnica, as cenouras são previamente imersas em hipoclorito de sódio a 0,05%, por 30 min., contudo no presente estudo a concentração utilizada foi de 0,5% por 40 min. Posteriormente, as cenouras foram seccionadas em 3-4 partes com uma faca flambada, e transferidas para câmara de fluxo laminar, onde foram mergulhadas em álcool etílico comercial (92,8°), flambadas, e, com auxílio de um perfurador, também flambado, foram retirados os cilindros centrais. Individualmente, esses cilindros foram colocados em posição vertical, em vidros previamente vedados com papel alumínio, e autoclavados a 120° C e 1 atm de pressão, por 20 min.

Em vidros do tipo BPI (Bureau of Plant Industries), contendo 200 µL de água destilada autoclavada + tween 80, foram adicionadas vinte fêmeas da espécie uma a uma. Os nematoides foram axenizados em solução de ampicilina a 0,1% por 20 minutos. Posteriormente o excesso da solução foi retirado e adicionou-se água destilada autoclavada + tween 80, sendo este último procedimento repetido três vezes. Para um litro de água foram adicionadas duas gotas de tween e a autoclavagem se deu a 120°C a 1 atm de pressão por 30 minutos. O tween foi utilizado, por se verificar que muitos nematoides ficavam aderidos às paredes da ponteira, sendo essa, mais uma modificação da técnica acima citada.

Após a axenização, os nematoides foram inoculados nos cilindros de cenoura, com auxílio de uma micropipeta de 200µL, os quais foram mantidos em câmaras de crescimento do tipo B.O.D. a temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 150 dias. Decorrido este período, os nematoides foram extraídos pela técnica de Coolen e D'Herde (1972). Os indivíduos recuperados foram

quantificados sob microscópio fotônico e a suspensão obtida foi ajustada para 100 indivíduos.mL⁻¹ para utilização como inóculo.

Obtenção dos porta-enxertos

As mudas de porta-enxertos foram obtidas de sementes advindas de talhões de pés franco estabelecidos em idade de reprodução localizados na região de Barretos-SP.

Cerca de 250 sementes (aproximadamente 1 kg) de cada porta-enxerto foram coletadas nas parcelas centrais dessas áreas para evitar qualquer tipo de fertilização cruzada com outros materiais, durante o mês de fevereiro de 2013, quando se deu o início da produção das mesmas. Essas foram acondicionadas em sacos plásticos perfurados e identificados com o nome do respectivo material. Os porta-enxertos utilizados foram ‘GT1’, ‘PB 235’, ‘PB 217’, ‘RRIM 501’, ‘PR 255’, ‘IAN 873’, ‘RRIM 600’ e ‘TJ1’.

Após a coleta, as sementes foram encaminhadas diretamente para um viveiro de produção localizado em Tanabi-SP. No viveiro, sacos plásticos de polietileno na cor preta nas dimensões de 19 x 35 cm foram preenchidos com substrato comercial a base de casca de pinus compostada de textura grossa da empresa Bioflora®. Os saquinhos foram alocados em fileiras duplas sobre bancadas suspensas a 40 cm do solo e 45 cm entre bancadas. A estufa de produção apresentava 4 m de pé direito, coberta com plástico de polietileno de 150 micras e as laterais de tela com 50% de luminosidade. Três sementes foram semeadas dentro de cada saquinho de acordo com metodologia de Pereira *et al.* (2007).

Quando as sementes iniciaram o processo de germinação, as plântulas foram desbastadas, deixando-se apenas uma por saquinho. Após as mudas atingirem em torno de 40 cm, foram pintadas a 4 cm da base, aproximadamente, para identificar o porta-enxerto de acordo com a coloração evitando possíveis misturas entre os materiais (T1- GT 1 = azul, T2 – PB 235

= verde claro (verde-água), T3 – PB 217 = amarelo, T4 – RRIM 501 = rosa, T5 – PR 255 = vermelho, T6 – IAN 873 = preto, T7 – RRIM 600 = verde, T8 – TJ 1 – sem cor).

Durante esse período, as regas foram realizadas uma vez ao dia com auxílio de uma mangueira com terminal em chuveiro, até a saturação do substrato. As adubações, via fertirrigação, ocorreram a partir dos 60 dias após a semeadura, segundo as recomendações de Boaventura *et al.* (2004), por meio de solução nutritiva com a seguinte composição final, em mg. L⁻¹: N = 196; P = 39; K = 187; Ca = 142; Mg = 45; S = 55; B = 0,51; Cu = 0,13; Fe = 1,8; Mn = 0,54; Zn = 0,23 e Mo = 0,10.

No que diz respeito às plantas invasoras, foi realizado o controle manual após seu surgimento. O controle fitossanitário foi feito quinzenalmente, aplicando-se defensivos recomendados por Furtado e Trindade (2005), de forma preventiva, para as seguintes doenças: antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.], mal-das-folhas (*M. ulei*) e oídio (*Oidium* spp). Para as pragas, o controle foi feito aplicando-se defensivos recomendados por Vendramini (1992), das seguintes ocorrências: percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae* Drake e Poor) e cochonilha-parda (*Saissetia coffea* Walker). Para o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) foi aplicado um produto fitossanitário a base de espirodiclofeno.

As mudas permaneceram no viveiro pelo período de 6 meses (março a agosto de 2013), quando foram transportadas com auxílio de um caminhão baú até o Departamento de Engenharia Rural da UNESP/FCAV Câmpus de Jaboticabal.

Condução do ensaio e avaliações

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da UNESP/FCAV Câmpus de Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial 8 x 3 (porta-enxertos x tratamentos)

contendo 10 repetições. Dois tratamentos foram compostos por todos os porta-enxerto inoculados com *P. brachyurus* ou *M. exigua*, e o terceiro tratamento composto por todos os porta-enxerto não inoculados (Testemunha).

Para a condução do ensaio foram utilizados vasos de plástico na cor preta com capacidade de 10L. Os vasos foram preenchidos com substrato contendo areia e terra na proporção de 2:1, previamente autoclavado à 120°C e 1 atm de pressão pelo período de 1 hora. Ao todo foram utilizados 240 vasos.

As mudas de seringueira foram retiradas dos saquinhos plásticos, posicionadas no centro de cada vaso que logo em seguida foi preenchido com o substrato. Após uma semana do transplântio, foram realizadas as inoculações. Para tanto, quatro orifícios de 4 cm de profundidade foram dispostos ao redor do colo da planta, com auxílio de uma pipeta de vidro foram inoculados 10 mL da suspensão dos nematoides que foi distribuída igualmente nos orifícios. Os tratamentos referentes a *M. exigua* receberam 3.000 ovos + J2, já os tratamentos referentes à *P. brachyurus* receberam 1.000 formas ativas + ovos.

Para atestar a viabilidade do inóculo de *P. brachyurus*, dez plantas de soja ‘TMG 115’ e dez plantas de milho ‘BRS 1030’, foram inoculadas com a mesma quantidade de inóculo dos tratamentos, e aos 120 dias após inoculação, estas foram retiradas e processadas em laboratório de acordo com a técnica de Coolen e D’herde (1972). No caso de *M. exigua*, por se tratar de um nematoide específico da seringueira, o teste de viabilidade ficou ao cargo do porta-enxerto ‘GT 1’, uma vez que o inóculo estava sendo mantido no mesmo e com ótima multiplicação.

O período de condução se iniciou em setembro de 2012 e foi finalizado em fevereiro de 2013. Durante esse período as temperaturas mínimas e máximas médias na casa de vegetação foram de 18 e 37°C, respectivamente, e umidade relativa em torno de 60 e 80%.

As avaliações biométricas de altura e diâmetro de caule foram mensuradas um dia antes da inoculação e aos 6 meses após inoculação. Após esta última avaliação, as plantas foram

cortadas e descartadas, as raízes retiradas dos vasos, lavadas sob água corrente, enxugadas com papel absorvente e pesadas. A fim de verificar apenas o desenvolvimento das plantas no período de condução do ensaio, foi realizado a diferença no período, dada pela subtração dos valores finais e os valores iniciais, de altura e diâmetro.

Para a extração de *M. exigua* as raízes foram processadas de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973), enquanto que para *P. brachyurus* foi utilizada a técnica de Coolen e D'herde (1972), sendo extraídos de todo o sistema radicular das plantas. A população final da suspensão foi estimada com auxílio de uma câmara de contagem de Peters em microscópio fotônico (Southey, 1970), e a partir dos resultados foram determinados o número de nematoides.g⁻¹ e os fatores de reprodução (FR) que se dá pela divisão entre as densidades populacionais finais e iniciais (FR=Pf/Pi) de acordo com Oostenbrink (1966). As variáveis população final e número de nematoides.g⁻¹ foram transformadas em log(x+5).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).

Durante o período de condução, as plantas foram irrigadas duas vezes ao dia (no início da manhã e final da tarde) durante 30 min, sob sistema de irrigação por aspersão. O controle fitossanitário foi realizado quinzenalmente de forma preventiva aplicando-se defensivos recomendados por Furtado e Trindade (2005). Não foram realizados controle de pragas, pois durante este período não foram observadas. Para o ácaro-branco (*P. latus*) foi aplicado defensivo a base de espiroclifeno.

RESULTADOS

Entre os porta-enxertos, o que apresentou maior média na avaliação inicial para a variável altura foi 'IAN 873' que diferiu significativamente dos demais e de 'GT 1', com a menor média. Já na avaliação final, embora 'IAN 873' tenha continuado na mesma posição só diferiu de 'RRIM 501'. De forma semelhante, para a variável diâmetro, na avaliação inicial, 'IAN 873' apresentou maior média não diferindo apenas de 'PB235'. Com relação ao diâmetro na avaliação final 'TJ 1' foi o que apresentou maior média não diferindo de 'IAN 873', 'PB 217' e 'GT 1'. Na diferença do período, para a variável diâmetro, 'TJ 1' foi o porta-enxerto que apresentou maior média diferindo dos demais. (Tabela 1).

Com relação aos tratamentos nota-se que, tanto para altura quanto para o diâmetro, *M. exigua* teve maior interferência, uma vez que apresentaram as menores médias em relação a testemunha. Já o tratamento com *P. brachyurus* apresentou valores intermediários, não diferindo nem da testemunha nem de *M. exigua* (Tabela 1).

Os padrões de viabilidade de inóculo de *P. brachyurus*, ou seja a soja 'TMG 115' e o milho 'BRS 1030', apresentaram fatores de reprodução de 22,97 e 13,17, respectivamente, atestando a viabilidade do mesmo. No caso de *M. exigua*, o porta-enxerto 'GT 1' apresentou um FR de 111,63, também confirmando a viabilidade do mesmo (Tabela 2).

A menor população de *M. exigua* foi observada em 'RRIM 600' que diferiu significativamente dos demais porta-enxertos, exceto de 'PB 235', que também não diferiu dos demais e de 'RRIM 501' que proporcionou a maior média de população. Os fatores de reprodução variaram de 41,39 (RRIM 600) a 152,96 (RRIM 501), de forma que todos os porta-enxertos foram considerados suscetíveis a *M. exigua* (Tabela 2). Em relação a *P. brachyurus* 'PR 255' foi o porta-enxerto que apresentou menor média de população final, não diferindo apenas de 'RRIM 501'. Os fatores de reprodução variaram de 1,38 (PR 255) a 18,00 (RRIM

600), de forma que todos os porta-enxertos também foram considerados suscetíveis a *P. brachyurus*.

Os resultados do número de nematoides.g⁻¹ foram muito semelhantes aos das populações finais (Tabela 3). Contudo, essa variável permite uma comparação mais equilibrada, uma vez que pode existir uma grande variação na massa de raízes. Nota-se que a menor média de nematoides.g⁻¹ para *M. exigua* foi a de ‘TJ 1’ que não diferiu significativamente de ‘RRIM 600’, ‘IAN 873’, ‘PR 255’ e ‘PB 235’. No caso de *P. brachyurus* o porta-enxerto que teve mais destaque em função do baixo número de nematoides.g⁻¹ foi novamente ‘PR 255’ que diferiu dos demais com exceção apenas de ‘PB 217’.

Com relação aos tratamentos, tanto para a variável população final quanto para nematoides.g⁻¹, todos se comportaram de forma semelhante, onde podemos observar que *M. exigua* sempre sobrepuja a população de *P. brachyurus* (Tabela 2 e 3). Este resultado, somente não ocorreu para ‘RRIM 600’, pois não houve diferença significativa entre ambos os nematoides.

DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que as diferenças entre os porta-enxertos nas avaliações iniciais e finais se tratam especificamente da própria diversidade genética que ocorre entre os materiais. Muito embora Valois *et al.* (1978) mencionem que os caracteres de altura e diâmetro mesmo bem correlacionados, apresentam baixa herdabilidade, o que implica em dizer que são altamente influenciados pelo ambiente. Inclusive, por este fato, esses caracteres foram escolhidos para verificar de forma mais efetiva a influência dos nematoides no desenvolvimento das plantas de seringueira.

Com relação ao desenvolvimento dos porta-enxertos, ‘IAN 873’ foi o que apresentou os melhores resultados evidenciando seu grande potencial de uso como porta-enxerto. Esses resultados corroboram com os obtidos por Valois *et al.* (1978) que fizeram a comparação entre porta-enxertos de seringueira, chegando-se a conclusão de que os melhores foram ‘IAN 873’ e ‘IAN 717’.

Conquanto a hipótese fosse de que nas avaliações finais ocorressem ao menos diferenças entre os tratamentos, este não foi o caso. Deste modo, lançou-se mão de um recurso simples que nada mais é do que a avaliação da diferença do crescimento que ocorreu durante o período de condução do ensaio e que por sua vez se mostrou um método valioso, pois evidenciou a interferência dos nematoides. É interessante considerar que por não ter ocorrido interação entre porta-enxertos x tratamentos para os caracteres biométricos observados na diferença do período, pode-se inferir que os nematoides causam danos independentemente do porta-enxerto, sugerindo que não existe um material que seja tolerante ao ataque de ambos os nematoides, mesmo que o mais pronunciado fora o causado por *M. exigua*. Soma-se a isto, o fato de a cultura ter sido avaliada por apenas seis meses, e a mesma pode ficar no campo por anos e, conseqüentemente podendo apresentar os danos decorrentes dos nematoides ainda mais severos.

As diferenças que ocorreram entre *M. exigua* e *P. brachyurus* estão relacionadas tanto ao seu potencial biótico quanto às próprias diferenças entre os gêneros. As espécies de *Meloidogyne*, normalmente possuem maior taxa de reprodução quando comparadas às espécies de *Pratylenchus* (Moens e Perry, 2009). Por este motivo, as maiores médias de populações finais foram encontradas para *M. exigua*.

Embora suscetível a *P. brachyurus* conforme Oostenbrink (1966), ‘PR 255’ é um material promissor por ter proporcionado a menor população final e FR. Possivelmente possui algum gene de resistência moderada que deve ser melhor explorado em outros estudos. Por

outro lado, é importante lembrar que a propagação via sementes gera uma grande variação genética, e muito embora este material seja promissor, é improvável que se consiga passar esta característica para os demais materiais por esta forma de propagação, fazendo-se necessário o uso da propagação vegetativa como por exemplo a estaquia. Com efeito, Martins *et al.* (2000) mencionaram que pelo fato de a seringueira ser uma planta alógama com alto grau de segregação a propagação vegetativa tem função de assegurar a integridade genotípica dos clones estabelecidos.

Outro fator importante ao se indicar os materiais é considerar os danos potenciais que os mesmos podem ocasionar. Lordelo *et al.* (1983) mencionam que o número de nematoides.g⁻¹ de raízes frescas é um bom parâmetro para se avaliar a população, pois este se correlaciona diretamente com os prejuízos causados pelos nematoides. Desta forma ‘TJ 1’ seria o material que possivelmente no campo sofreria os menores danos de *M. exigua* e no caso de *P. brachyurus* o ‘PR 255’.

Em se tratando de uma cultura perene, como é o caso da seringueira, como todos os materiais no presente estudo foram suscetíveis, embora diferentes entre si quanto as populações finais, FR e mesmo número de nematoides.g⁻¹, não seria possível a indicação de um porta-enxerto que contribuísse para o manejo destes nematoides no campo. Isso porque, com o passar dos anos, todos irão atingir um pico populacional que irá causar sérios prejuízos às seringueiras, tanto *M. exigua* quanto *P. brachyurus*. Neste sentido é necessário a utilização de outras medidas de manejo visando a manutenção das populações destes agentes abaixo do limiar de danos econômicos.

CONCLUSÕES

Meloidogyne exigua foi mais agressivo que *P. brachyurus* independentemente dos porta-enxertos.

Todos os porta-enxertos estudados são intolerantes e suscetíveis a *M. exigua* e *P. brachyurus*.

LITERATURA CITADA

- Asmus, G. L. 2004. Ocorrência de nematoides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. *Nematologia Brasileira* 28: 77-86.
- Boaventura, P. S. R., J. A. Quaggio, M. F. Abreu and O. C. Bataglia. 2004. Balanço de nutrientes na produção de mudas cítricas cultivadas em substrato. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 300-305.
- Castillo, P. and N. Vovlas (Eds). 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management: Nematology monographs and perspectives. Leiden: Brill, 529p.
- Coolen, W.A. and C.J. D'herde. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 77p.
- Costa, R.B., P.S. Gonçalves, A. Odália-Rimoli and E.J. Arruda. 2001. Melhoramento e conservação genética aplicados ao Desenvolvimento Local – o caso da seringueira (*Hevea* sp). *Revista Internacional de Desenvolvimento Local* 1:51-58.
- Eisenback, J. D., H. Hirschmann, J.N. Sasser, and A.C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species), with a pictorial key. Department of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State

- University and United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, 48p.
- Ferreira, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6:36-41.
- Fonseca, H.S. and A. Jaehn. 2000. Estudos dos mecanismos de resistência em raízes de porta-enxertos de seringueira inoculadas com *M. javanica*. *Nematologia Brasileira* 24: 233-237.
- Fonseca, H.S., L.C.C.B. Ferraz and S.R. Machado. 2003. Ultraestrutura comparada de raízes de seringueira parasitadas por *Meloidogyne exigua* e *M. javanica*. *Nematologia Brasileira* 27:199-206.
- Freire, F.C.O. 1976. Nematoides da região amazônica I – Nematoides parasitas e de vida livre associados a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) e ao guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). *Acta Amazônica* 4:401-404.
- Furtado, E. L. and D.R. Trindade. 2005. Doenças da seringueira. Pp. 217-223 in Amorim, L., A. Bergamin Filho and H. Kimati. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Ceres.
- Gasparotto, L., A.F. Santos, J.C.R. Pereira, and F.A. Ferreira. 1997. *Doenças da Seringueira*. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA, 168p.
- Goeldi, E.A. 1892. Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro. *Arch. Museu Nacional* 8:7-123.
- Gonzaga, V. and J.M. Santos. 2010. Estudo comparativo da multiplicação *in vitro* de seis espécies de *Pratylenchus* em cilindros de cenoura. *Nematologia Brasileira* 34:226-230.
- Hussey, R.S. and K.R. Barker. 1973. A Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.

- IAC. A importância da borracha natural. 2015. Online. <http://iac.impulsa.com.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>.
- IRSG. International Rubber study group: Rubber statistical bulletin. 2009. Online. <http://www.rubberstudy.com/pub-stats-bulletin.aspx>.
- Lordello, A.I.L. and R.R.A. Lordello. 2004. Reação do cafeeiro e de outras plantas a uma população de *Meloidogyne exigua* coletada em seringueira. Revista de Agricultura 79: 349-352.
- Lordello, R.R.A., A.I.L. Lordello, E. Sawasaki and A.S. Junior. 1983. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. Nematologia Brasileira 7:241-250.
- Manzanilla-López, R.H., K. Evans and J. Bridge. 2004. Plant diseases caused by nematodes. Pp. 637-716 in Chen, Z.X., S.Y. Chen and D.W. Dickson. Nematology: Nematode Management and Utilization. Wallingford: CABI Publishing.
- Martins, A.L.M., N.P. Ramos, P.S. Gonçalves and K.S. Val. 2000. Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no estado de São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35:1743-1750.
- Moens, M. and R.N. Perry. 2009. Migratory plant endoparasitic nematodes: A group rich in contrasts and divergence. Annual Review of Phytopathology 47: 313-332.
- Muniz, M.F., V.P. Campos, M.R. Almeida, A.C.M.M Gomes, M.F. Santos, F.C. Mota and R.M.D.G. 2009. Carneiro. Additional information on an atypical population of *Meloidogyne exigua* Göldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) parasitising rubber tree in Brazil. Nematology 11:95-106.
- Oostenbrink, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Mededelingen Landbouwhogeschool, 66: 1-46.

- Pereira, A. V., A.N. Zamunér Filho, R.S. Silva, J.C.A. Antonini, H. Vocurca, and E.B.C. Pereira. 2007. Produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso. In Congresso Brasileiro de Heveicultura, Guarapari. **Anais...**Guarapari: Incaper.
- Razak, A. R. 1978. Variation in plant response, gall size and form induced by *Meloidogyne* on some Malaysian crops. The Kasetsart Journal, Malaysia 12:43-45.
- Santos, J.M., C. Matos, L. Barré and S. Ferraz. 1992. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações Michelin, em Rondonópolis, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Lavras, MG. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia 17:75.
- Sharma, R.D. and P.A.A. Loof. 1973. Nematode of the cocoa region of Bahia, Brazil I – Plant – Parasitic and free – living nematodes associated with rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Revista Theobrama 3:36-41.
- Sharma, R.D., N.T.V. Junqueira, L. Barre and V.F. Rocha. 1992. Efeitos de práticas culturais na incidência de *Meloidogyne* sp., em seringais de cultivo. Fitopatologia Brasileira 17:226.
- Silva, R.A., M.A.S. Serrano, A.C. Gomes, D.C. Borges, A.A.S. Souza, G.L. Asmus and M.M. Inomoto. 2003. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso. Fitopatologia Brasileira 29:337.
- Southey, J.F. 1970. Laboratory for work with plant and soil nematodes, 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd. 148 p. (Bulletin, 2).
- Starr, J.L., J. Bridge, R. Cook. 2002. Resistance to plant parasitic nematodes: History, current use and future potencial. Pp. 1-22 in Starr, J.L., R. Cook and J. Bridge. Plant resistance to parasitic nematodes. New York: CABI Publishing.
- Taylor, A.L. and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica 20: 268-269.

- Trudgill, D.L. 1991. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. Annual Review of Phytopathology 29:167-192.
- Valois, A.C.C., E. Pinheiro, H.E.O. Conceição and M.N.C. Silva. 1978. Competição de porta enxertos de seringueira (*Hevea* spp.) e estimativas de parâmetros genéticos. Pesquisa Agropecuária Brasileira 13:49-54.
- Vendramini, J. D. 1992. Pragas de viveiros e jardins clonais de seringueira e seu controle. Pp. 65-77 in Medrado, M. J. S., M.S. Bernardes, J.D. Costa and A.N. Martins. Formação de mudas e plantio de seringueira, Piracicaba: USP-ESALQ.
- Vinod, K.K. 2003. Breeding for biotic stress in plantation crops. Pp.431-440 in Proceedings of the training programme on “Breeding for biotic stresses in Crop Plants. Tamil Nadu Agricultural University: Coimbatore, India.
- Wycherley, P.R. The genus *Hevea* – Botanical aspects. Pp. 50-66 in Sethuraj, M.R. and N.M. Mathew. 1992. Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. The Netherlands: Elsevier.

Tabela 1. Análise de variância e teste de comparação de médias das avaliações biométricas de altura e diâmetro de oito porta enxertos de seringueira e das populações finais e nematoides.g⁻¹.

Porta enxertos (PE)	Avaliação inicial		Avaliação final		Diferença no período		PF	Nem.g ⁻¹
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	DAP (cm)	DDP (mm)		
T1- GT-1	70,03 d ^x	7,86 c	158,00 ab	14,74 abc	87,97	6,98 bc	122.855,07 ^y	2.024,15 ² a
T2 - PB-235	81,30 bc	8,89 ab	160,10 ab	13,94 bcd	81,83	5,58 cd	52.934,86	1.160,65 a
T3 - PB-217	85,08 b	8,48 bc	169,17 ab	15,71 abc	86,99	7,48 ab	85.609,04	1.408,51 a
T4 - RRIM-501	72,76 cd	7,97 c	136,44 b	11,50 d	73,04	4,52 d	144.461,79	3.029,71 a
T5 - PR-255	77,23 bcd	8,60 bc	149,07 ab	14,50 bc	74,13	6,32 bcd	95.299,66	1.472,38 a
T6 - IAN-873	96,08 a	9,69 a	172,50 a	16,27 ab	81,08	6,67 bc	58.067,33	1.318,64 a
T7 - RRIM-600	71,20 cd	7,88 c	139,03 ab	13,36 cd	70,38	5,74 bcd	47.389,16	1.188,28 a
T8 - TJ- 1	79,87 bcd	8,63 bc	170,80 a	17,43 a	90,65	9,03 a	64.676,26	745,22 a
Teste F	12,02 ^{**}	11,26 ^{**}	3,24 ^{**}	7,69 ^{**}	1,95 ^{ns}	10,38 ^{**}	1,13 ^{ns}	2,49 [*]
Tratamentos (T)								
Testemunha	78,03	8,45	161,21	15,06	86,91 a	7,08 a	0,00 c	0,00 c
<i>M. exigua</i>	77,88	8,39	151,99	14,19	74,10 b	6,14 b	246.467,92 a	4.489,87 a
<i>P. brachyurus</i>	81,67	8,66	157,46	14,78	81,07 ab	6,40 ab	8.918,27 b	261,81 b
Teste F	2,01 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,19 ^{ns}	3,74 [*]	3,46 [*]	1721,45 ^{**}	543,15 ^{**}
Teste F (PE x T)	1,41 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,79 ^{ns}	3,39 ^{**}	3,79 ^{**}
CV (%)	17,14	11,82	27,38	24,72	36,69	35,44	15,16	24,07

DAP – Diferença da altura no período de 6 meses (Altura final-inicial)

DDP – Diferença do diâmetro no período de 6 meses (Diâmetro final-inicial)

PF – População final

^x Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

^y Médias de dados transformados em logx+5

Tabela 2. Desdobramento das interações entre porta enxertos e tratamentos para população final (PF), e reação (R) dos porta-enxertos quanto aos fatores de reprodução (FR) de *Meloidogyne exigua* e *Pratylenchus brachyurus* em seringueira.

	Testemunha		<i>M. exigua</i>				<i>P. brachyurus</i>			Teste F	
	PF	Ac	PF	FR ^x	R	PF	FR	R.			
GT-1	0,00	Ac	361.815,00 ^y	Aa ^z	111,63	S	6.750,20	Ab	6,75	S	250,86**
PB-235	0,00	Ac	160.434,57	ABa	63,48	S	9.120,00	Ab	9,12	S	203,48**
PB-217	0,00	Ac	258.962,96	Aa	86,32	S	7.376,295	Ab	7,38	S	226,84**
RRIM-501	0,00	Ac	458.895,56	Aa	152,96	S	5.933,20	ABb	5,93	S	237,78**
PR-255	0,00	Ac	284.520,00	Aba	94,84	S	1.379,00	Bb	1,38	S	216,84**
IAN-873	0,00	Ac	160.053,00	Aba	53,35	S	14.149,00	Ab	14,15	S	209,94**
RRIM-600	0,00	Ab	124.166,67	Ba	41,39	S	18.000,84	Aa	18,00	S	193,84**
TJ- 1	0,00	Aa	198.975,31	Aba	58,69	S	8.483,40	Ab	8,48	S	205,59**
Teste F	0,00 ^{ns}		3,83**			4,08**					

^x Fator de reprodução (População final/População inicial), FR \geq 1=Suscetível (S), FR<1 = Resistente (Oostembrink, 1966).

^yMédias de dados transformados em logx+5.

^z Letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Desdobramento das interações entre porta enxertos e tratamentos para número de nematoides.g⁻¹ de raiz. em seringueira

	Testemunha		<i>M. exigua</i>		<i>P. brachyurus</i>		Teste F
GT-1	0,00	Ac	5.930,09 ^x	ABa ^y	142,36	Ab	91,78 ^{**}
PB-235	0,00	Ac	3.233,24	ABCa	455,97	Ab	66,22 ^{**}
PB-217	0,00	Ac	4.234,11	ABa	147,93	ABb	76,35 ^{**}
RRIM-501	0,00	Ac	9.509,37	Aa	227,75	Ab	89,23 ^{**}
PR-255	0,00	Ac	4.395,64	ABCa	21,52	Bb	77,61 ^{**}
IAN-873	0,00	Ac	3.525,90	ABCa	430,03	Ab	63,81 ^{**}
RRIM-600	0,00	Ab	3.073,95	BCa	490,91	Aa	60,95 ^{**}
TJ- 1	0,00	Ac	2216,05	Ca	166,71	Ab	43,74 ^{**}
Teste F	0,00 ^{ns}		4,42 ^{**}		5,64 ^{**}		

^xMédias de dados transformados em logx+5.

^y Letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CAPÍTULO 4 –Interação entre nematoides e fungo na cultura da seringueira em dois regimes hídricos

RESERCH REPORT

INTERAÇÃO ENTRE NEMATOIDES E FUNGO NA CULTURA DA SERINGUEIRA EM DOIS REGIMES HÍDRICOS

Vanessa dos Santos Paes-Takahashi*¹, Pedro Luiz Martins Soares¹, Antônio de Goes¹, Alexandre Takahashi², Rafael Bernal de Carvalho¹, Paulo Fernando de Brito³

* Autor para correspondência: paes_vanessa@yahoo.com.br

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Nematologia, Jaboticabal, SP, Brasil

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas, Jaboticabal, SP, Brasil

³Coordenadoria de Defesa Agropecuária – Estado de São Paulo – EDA, Barretos, SP, Brasil

Running Head: Estudo da interação nematoides x fungo

ABSTRACT

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, A. Goes, A. Takahashi, R. B. de Carvalho, P.F. de Brito. 2015. Nematodes and fungi interaction on rubber trees in two moisture conditions. *Nematropica* 41:00-00.

The interaction between nematodes and fungi on crops is an important factor to develop disease complexes. In this work the aim was study the interaction among *Meloidogyne exigua* or *Pratylenchus brachyurus* and *Lasiodiplodia theobromae* on rubber trees seedlings in two soil moisture conditions. The experiment was carried out in greenhouse in 10L pots, for a year.

Seedlings of 'RRIM 600' grafted over 'GT1' were inoculated with 4.000 eggs and J2 or actives forms of *M. exigua* and *P. brachyurus*, respectively. The soil moisture conditions were 100%CC (pot capacity) and 50%CC. After 3 months of nematode inoculation, *L. theobromae* was inoculated on the grafts over a wound. Even the biometric characteristics, as the nematodes were affected by the reduction of the soil moisture to 50%CC. There was an interaction between *P. brachyurus* and *L. theobromae* on the increase of plant diameter. There wasn't an interaction between nematodes, fungi and soil moisture for all analyzed variables. About the *L. theobromae* severity, there wasn't differences between the treatments, although it has caused symptoms on the plants, it wasn't aggressive enough to cause the plants death.

Key words: complex disease, root-knot nematode, lesion nematode, *Lasiodiplodia theobromae*.

RESUMO

Paes-Takahashi, V.S., P.L.M. Soares, A. Goes, A. Takahashi, R. B. de Carvalho, P.F. de Brito. 2015. Interação entre nematoides e fungo na cultura da seringueira em dois regimes hídricos. Nematropica 41:00-00.

A interação entre fungos e nematoides nas culturas é um fator preponderante para a formação de doenças complexas. Neste trabalho objetivou-se estudar a interação entre *Meloidogyne exigua* ou *Pratylenchus brachyurus* e *Lasiodiplodia theobromae* em mudas de seringueira em duas condições hídricas. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação em vasos de 10 L, pelo período de um ano. Mudas de 'RRIM 600' enxertadas sobre 'GT1' foram inoculadas com 4.000 ovos e J2 ou formas ativas de *M. exigua* e *P. brachyurus*, respectivamente. Adotou-se os regimes de 100%CC (capacidade de vaso) e 50%CC. Após 3 meses da inoculação dos nematoides o fungo *L. theobromae* foi inoculado através de ferimentos

provocados no enxerto. Tanto as características biométricas, quanto os nematoides foram afetados com a redução do regime hídrico para 50%CC. Houve interação entre *L. theobromae* e *P. brachyurus* no aumento do diâmetro das plantas. Não ocorreu interação entre os nematoides, o fungo e o regime hídrico para todas as variáveis analisadas. Quanto a severidade do fungo *L. theobromae*, não houve diferenças entre os tratamentos, e embora tenha causado sintomas nas plantas, não foi agressivo o suficiente para causar a morte das plantas.

Palavras chave: doença complexa, nematoides de galhas, nematoide das lesões, *Lasioidiplodia theobromae*.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis originária da região Amazônica é uma das mais importantes espécies inclusas no gênero e a principal responsável pelo fornecimento de borracha natural. Essa matéria prima é empregada em larga escala pela indústria automobilística e também em diversos outros segmentos industriais (Smit e Burger, 1992; Wycheeley, 1992; Costa *et al.*, 2001).

Até o início do século XX, o Brasil era o maior produtor de borracha e um dos fatores que contribuiu para a decadência da seringueira foi o mal-das-folhas ocasionado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx (Gasparotto *et al.*, 1997; Vinod, 2003). Além das doenças e algumas pragas, os nematoides também são agentes patogênicos de grande relevância para a cultura. As espécies de *Meloidogyne* Goeldi, também conhecidas como nematoides das galhas, constituem o principal grupo de nematoides de importância econômica no mundo, são amplamente distribuídas e associados as mais diversas plantas (Manzanilla-López *et al.*, 2004). As espécies de *Pratylenchus* Filipjev são consideradas o segundo grupo de nematoides de maior

importância econômica, logo após os nematoides de galha (Castillo e Volvas, 2007). Dentre elas, destaca-se *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven, que têm sido encontrado com elevada frequência, em torno de 62,5%, nas amostras de viveiros de seringueira (Paes *et al.*, 2013).

A formação de doenças complexas envolvendo diversos agentes patogênicos, como os nematoides e fungos, ou mesmo juntamente com fatores abióticos, já é fato conhecido e têm sido pouco estudadas (Powel, 1971). Na seringueira, o primeiro relato de uma doença complexa envolvendo nematoides foi realizado por Sharma *et al.*, (1992) em uma lavoura localizada em Rondonópolis-MT. Na ocasião os patógenos envolvidos eram *Meloidogyne* sp. e *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl, que juntos contribuíram para a morte progressiva das seringueiras. Nesta mesma região, Santos *et al.* (1992) identificaram *M. exigua* como a espécie de nematoide responsável pelos danos. Similarmente Paes *et al.* (2012) fizeram o relato de uma doença complexa ocorrendo em seringueiras ocasionada por *P. brachyurus* juntamente com *L. theobromae* em uma área comercial localizada em Novo Horizonte – SP. O nematoide deixou a planta debilitada e o fungo oportunista ocasionou a sua morte. Nas amostragens, os autores encontraram 670 espécimes em 10g de raízes.

Lasiodiplodia theobromae é um fungo amplamente distribuído, polífago, oportunista e com pouca especialização patogênica, de forma que seu processo infectivo está geralmente associado às plantas submetidas a algum tipo de estresse ou ferimentos (Pereira *et al.*, 2006). Já foi encontrado associado a mais de 500 hospedeiros e devido a sua falta de especialização pode causar diversas doenças entre elas o *dieback*, ou morte descendente, podridão de raízes e frutos, manchas foliares, “vassoura-de-bruxa”, entre outras (Alves *et al.*, 2008). Na seringueira este fungo é o agente causador do cancro do enxerto ou podridão da casca (Gasparotto *et al.*,

1997). Lima *et al.*, (1997) menciona que sua severidade pode ser maior em situações de estresse hídrico.

Em virtude do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre *M. exigua* ou *P. brachyurus* e *Lasiodiplodia theobromae* em mudas de seringueira em duas condições hídricas.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem, multiplicação e preparo do inóculo

A população de *M. exigua* utilizada neste estudo foi obtida de seringueira cultivada na região de Itiquira-MT. A identificação foi realizada no Laboratório de Nematologia da UNESP/CAV, Câmpus de Jaboticabal com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme Taylor e Netscher (1974) e na morfologia da região labial dos machos (Eisenback *et al.*, 1981). Posteriormente, foi mantida em microparcels compostas de manilhas de cimento de dois metros de diâmetro contendo como hospedeiro mudas de seringueira 'RRIM 600' enxertadas sobre 'GT 1'. Por se tratar de uma cultura perene, não houve a necessidade de renovação do inóculo durante este período, além do mais a seringueira tem uma renovação constante de raízes ao longo do ano, permitindo a reinfecção pelo nematoide.

Para execução do experimento foram retiradas alíquotas de raízes das microparcels, que em seguida foram processadas de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973). A concentração da suspensão foi estimada com auxílio de uma câmara de contagem de Peters (Southey, 1970), em microscópio fotônico e ajustada para 400 ovos e juvenis de segundo estágio (J2).mL⁻¹ para utilização como inóculo.

O inóculo inicial de *P. brachyurus* foi obtido de uma área de seringueira localizada em Palestina-SP. As amostras coletadas foram processadas de acordo com a técnica de Coolen e D'Herde (1972). A subpopulação da espécie foi identificada, com base na morfologia de fêmeas adultas, utilizando-se da chave de Castillo e Vovlas (2007).

Este nematoide foi multiplicado *in vitro* em cilindros de cenoura para obtenção de uma subpopulação pura, de acordo com a técnica descrita por Gonzaga e Santos (2010) com pequenas modificações. Nesta técnica as cenouras são previamente imersas em hipoclorito de sódio a 0,05%, por 30 minutos, contudo no presente estudo a concentração utilizada foi de 0,5% por 40 minutos. Posteriormente, as cenouras foram seccionadas em 3-4 partes com uma faca flambada, e transferidas para câmara de fluxo laminar, onde foram mergulhadas em álcool etílico comercial (92,8°), flambadas, e, com auxílio de um perfurador, também flambado, foram retirados os cilindros centrais. Individualmente, esses cilindros foram colocados em posição vertical, em vidros previamente vedados com papel alumínio e autoclavados a 120° C e 1 atm de pressão, por 20 minutos.

Em vidros do tipo BPI (Bureau of Plant Industries), contendo 200 µL de água destilada autoclavada + tween 80, foram adicionados vinte fêmeas da espécie uma a uma. Os nematoides foram axenizados em solução de ampicilina a 0,1% por 20 minutos. Posteriormente o excesso da solução foi retirado e adicionou-se água destilada autoclavada + tween, sendo este último procedimento repetido três vezes. Para um litro de água foram adicionadas duas gotas de tween e a autoclavagem se deu a 120°C a 1 atm de pressão por 30 minutos. O tween foi utilizado, pois se verificou que muitos nematoides ficavam aderidos às paredes da ponteira, sendo essa, mais uma modificação da técnica acima citada.

Após a axenização, os nematoides foram inoculados nos cilindros de cenoura, os quais foram mantidos em câmaras de crescimento do tipo B.O.D. a temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ durante

150 dias. Decorrido este período, os nematoides foram extraídos pela técnica de Coolen e D'Herde (1972). Os indivíduos recuperados foram quantificados sob microscópio óptico e a suspensão obtida foi ajustada para 400 indivíduos.mL⁻¹ para utilização como inóculo.

Condução do experimento e avaliações

O experimento foi conduzido de outubro de 2013 a outubro de 2014 em condições de casa de vegetação localizada no Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV. Durante este período as temperaturas mínimas e máximas médias na casa de vegetação foram de 18 e 37°C e umidade relativa em torno de 60 e 80%, respectivamente.

Mudas de seringueira 'RRIM 600' enxertadas sobre 'GT 1' com 12 meses foram adquiridas de um viveiro de produção comercial de mudas localizado em Bebedouro-SP, onde foram produzidas em substrato comercial esterilizado e sobre bancadas suspensas, de forma a evitar qualquer tipo de contaminação por nematoides ou mesmo outros patógenos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial 2 x 3 x 2 (*L. theobromae* x nematoides x regimes hídricos) contendo 10 repetições. Os tratamentos sem o fungo foram: Testemunha T1, sem nematoide e sem o fungo; T2, plantas inoculadas com *P. brachyurus* (Pb); T3, plantas inoculadas com *M. exigua* (Me); já os tratamentos com o fungo foram: T1, plantas inoculadas com *L. theobromae* (Lt); T2, Pb + Lt e T3: Me + Lt. Todos submetidos a dois regimes hídricos 100% da capacidade de vaso (CC) e 50% da CC.

Foram utilizados para a condução experimental, vasos de polietileno na cor preta com capacidade de 10 L, contendo como substrato areia e terra, na proporção de 2:1, previamente esterilizado em autoclave, pelo período de 1 hora, à 120°C e 1 atm. As mudas foram transplantadas para os vasos, e após uma semana, no dia 10 de outubro de 2013, com auxílio

de uma pipeta de vidro, foram inoculadas com 10 mL da suspensão de nematoides, de acordo com o tratamento, de forma a prover 4000 indivíduos por planta. Nas testemunhas sem o nematoide foi aplicada apenas água.

Após uma semana da inoculação (17 de outubro de 2013) foi realizada a diferenciação dos regimes, pois até então as plantas estavam recebendo 100% da CC. Foi adotado como CC, o conteúdo de água retida pelo solo após sofrer saturação e consequente ação da gravidade, até o cessamento da drenagem. O método gravimétrico direto utilizado para a determinação da CC foi desenvolvido de acordo com Souza *et al.* (2002) a partir de 4 vasos contendo solo seco em estufa. Nos vasos, o solo foi umedecido até a saturação completa, por um período de 12 h, a partir de então, foram submetidos a drenagem, até o total cessamento da drenagem livre, oportunidade em que se determinou o conteúdo de água retido. A superfície do solo foi coberta para evitar a evaporação.

Em função dos vasos serem muito grandes, no início do experimento todos foram pesados para determinar um vaso que representasse o valor médio de todos em ambos os regimes, e a partir de então este foi o padrão utilizado para determinação da quantidade de água a ser repostada durante todo o período do experimento. A irrigação foi realizada por um sistema de gotejo, e todos os dias o vaso padrão de cada um dos regimes era pesado no período da tarde, com auxílio de uma balança analógica. Como os vasos eram pesados juntamente com as mudas, mensalmente determinou-se o peso médio das mesmas que era subtraído no cálculo da irrigação.

O fungo *L. theobromae* utilizado no ensaio pertence a coleção micológica do laboratório de Fitopatologia da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal e foi isolado de plantas de seringueiras adultas provenientes de uma área localizada em Novo Horizonte-SP. A inoculação do fungo foi realizada após 3 meses da inoculação dos nematoides (10 de janeiro de

2014). Para tanto, com auxílio de um bisturi foi realizado um ferimento a aproximadamente 2 cm acima do ponto de enxertia, com um algodão esterilizado o excesso de látex do corte foi retirado e um disco de BDA de 0,6 mm contendo o micélio do fungo, retirado das bordas da colônia, foi colocado sobre o ferimento. Posteriormente, o ferimento foi coberto com uma fita adesiva autoclavável. Todos os materiais incluindo, bisturi, fita adesiva e algodão foram previamente esterilizados a 120°C e 1 atm pelo período de 20 min. No caso das testemunhas, o mesmo procedimento foi realizado, contudo sobre o ferimento foi colocado apenas um disco de BDA sem o fungo.

Como este patógeno não foi muito agressivo no decorrer do ensaio, a severidade da doença foi mensurada através da medição do comprimento das lesões aos 3,6 e 9 meses após inoculação (10/04/14, 10/07/14 e 10/10/14). Para as análises estatísticas destas avaliações, foi considerado o esquema fatorial 3 x 2 (tratamentos com fungo + nematoides x regime hídrico), e os dados de comprimento foram transformados em $\sqrt{(x + 5)}$. Após o término do experimento o fungo foi reisolado para completar o postulado de Kock.

As avaliações biométricas de diâmetro e altura foram realizadas aos 6 e 12 meses após inoculação dos nematoides (10/04/14 e 10/10/14). Ao final do ensaio, as plantas foram cortadas e descartadas. Com exceção das raízes das testemunhas que também foram descartadas, as dos demais tratamentos foram retiradas dos vasos e conduzidas ao laboratório onde foram lavadas sob água corrente, enxugadas com papel absorvente, pesadas e posteriormente submetidas ao processo de extração dos nematoides.

Para a extração de *M. exigua* as raízes foram processadas de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973), enquanto que para *P. brachyurus* foi utilizada a técnica de Coolen e D'Herde (1972), sendo utilizado todo o sistema radicular das plantas. A população final da suspensão foi estimada com auxílio de uma câmara de contagem de Peters em microscópio

fotônico (Southey, 1970), e a partir dos resultados foram determinados o número de nematoides.g⁻¹ e a população final. Ambos os resultados foram transformados em logx+5 para as análises estatísticas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado, 2014).

RESULTADOS

Na avaliação aos 6 meses as características de diâmetro e altura de plantas não diferiram entre si nos tratamentos com e sem o fungo e nos tratamentos com nematoides, também não ocorrendo nenhum tipo de interação significativa entre o fungo, os nematoides e o regime hídrico. Este padrão se repetiu também aos 12 meses para as variáveis mencionadas (Tabela 1).

No entanto, as características de diâmetro e a altura nos dois períodos de avaliação foram altamente influenciadas pelo regime hídrico, onde observa-se sempre uma redução significativa destas características quando as plantas foram submetidas a 50%CC.

Ainda nas avaliações biométricas para a característica diâmetro aos 12 meses houve interação entre os tratamentos com o fungo x nematoides. As plantas inoculadas com *P. brachyurus* apresentaram média superior de diâmetro na presença do fungo *L. theobromae* (Tabela 2).

Para as variáveis população final e nematoide.g⁻¹ houve diferença entre os tratamentos compostos pelos nematoides e regimes hídricos, bem como houve interação nematoides x regime (Tabela 1). Dentro do regime hídrico 100%CC, a população final de *M. exigua* se

sobressaiu em relação a *P. brachyurus*, que apresentou a menor média. Já com 50% da CC, não houve diferença entre ambos os nematoides, demonstrando que *M. exigua* tem maior dependência hídrica do que *P. brachyurus*. Isso fica ainda mais claro ao notar que entre os regimes hídricos somente *M. exigua* teve uma redução significativa de sua população (Tabela 3).

Com relação a variável nematoide.g⁻¹, o mesmo padrão observado para a população final foi mantido, com exceção à diferença que ocorreu no regime de 50%CC, onde se observa maior média de *M. exigua*.g⁻¹ que de *P. brachyurus*. g⁻¹ (Tabela 4).

As medições de comprimento de lesões nos três períodos avaliados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, regimes e também não houve interação entre os tratamentos e regimes (Figura 1). Embora a avaliação do comprimento das lesões não tenha sido significativamente diferente, desde o início da inoculação do fungo fora observado sintomas característicos como a exsudação de goma e necrose nos tecidos lesionados indicando que o patógeno estava se desenvolvendo, porém de forma lenta.

DISCUSSÃO

O déficit hídrico demonstrou ser um fator de destaque no presente estudo uma vez que as características biométricas das plantas foram reduzidas de forma significativa. De fato, Samsuddim e Impens (1978) mencionam que as plantas jovens de seringueira são pouco resistentes às condições de seca. Segundo Shao *et al.* (2008) o estresse por falta de água nas plantas pode alterar drasticamente o metabolismo da mesma e como consequência ocorrer uma redução do seu crescimento e produtividade. Isso ocorre, devido a redução do potencial hídrico das folhas e fechamento estomático com consequente redução das trocas gasosas, o que por sua

vez irá influenciar em processos bioquímicos e fisiológicos importantes da planta como é o caso da fotossíntese. Conceição et al. (1985) estudaram seis clones de seringueira submetidos a déficits hídricos crescentes no solo e observaram que o decréscimo no potencial hídrico reduziu direta e linearmente o potencial hídrico foliar e a taxa fotossintética. No mesmo estudo, os autores encontraram diferenças nas respostas entre os clones e indicaram ‘IAN 3087’, ‘IAN 717’ e ‘IAN 6323’ como os mais resistentes à seca. Brunini e Cardoso (1998) ao estudarem o déficit hídrico no solo em três clones de seringueira, observaram que as progênies de ‘RRIM 600’ são as mais afetadas, corroborando os resultados do presente estudo.

O déficit hídrico também afetou o desenvolvimento dos nematoides, sobretudo de *M. exigua* que apresentou uma redução significativa de sua população. Davis et al. (2014) afirmam que tanto o excesso quanto o déficit de umidade no solo interferem na mobilidade e sobrevivência dos nematoides. Ao analisar o ciclo de vida das espécies de *Meloidogyne* isso fica ainda mais claro. Normalmente as massas de ovos ficam expostas, e muito poucas inclusas nas raízes, isso faz com que os juvenis ao eclodirem dos ovos se movimentem no solo em direção principalmente aos pontos de crescimento das raízes, nos meristemas apicais, muito embora possam penetrar as raízes próximos ao seu local de eclosão (Karssen e Moens, 2006). Assim sendo, na falta de água os juvenis não conseguem infectar a planta de forma que a população deste nematoide será afetada. Mohawesh e Karajeh (2014) também estudaram o efeito do déficit hídrico sobre *M. javanica* (Treb) Chitwood na cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). Os autores observaram que com a redução de água ocorre também a redução da eclosão de ovos. Apenas 80% da capacidade de campo foi o suficiente para interferir no processo de infecção e observaram ainda maiores reduções na infecção conforme reduzia-se a capacidade de campo abaixo de 80%.

No presente estudo o mesmo não ocorreu para o caso de *P. brachyurus* que manteve sua população similar em ambos os regimes hídricos, demonstrando maior resistência a períodos de seca que *M. exigua*. Isto é comprovado no trabalho de Norton e Burns (1971) que reportaram populações elevadas de *P. alleni* Ferris em raízes de soja submetidas ao déficit hídrico enquanto que em condições de capacidade de campo ou acima, a população era menor. De modo semelhante, Townshend (1973) menciona que a sobrevivência de *P. neglectus* (Rensch) Filipjev e Schuurmans Stekhoven e *P. penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa aumentou quando a umidade do solo foi reduzida, provavelmente porque nestas condições os nematoides têm uma menor taxa metabólica e esgotam suas reservas de energia mais lentamente.

Naturalmente as diferenças na população final e nematoides.g⁻¹ que ocorreram entre *M. exigua* e *P. brachyurus* estão relacionadas tanto ao seu potencial biótico quanto as próprias diferenças entre os gêneros. As espécies de *Meloidogyne* Goeldi, normalmente possuem maior taxa de reprodução quando comparadas às espécies de *Pratylenchus* Filipjev. Enquanto *Meloidogyne* spp. podem fazer uma postura média de 500 ovos durante seu ciclo, em *Pratylenchus* sp. esse número é muito reduzido e variável de acordo com a espécie. Por exemplo, para *P. penetrans*, a produção de ovos fica na faixa de 16-35 durante todo seu ciclo (Manzanilla-López *et al.*, 2004, Castillo e Vovlas, 2007). Com efeito, *Pratylenchus* spp. são monodelfas [tem apenas um ovário], enquanto que as espécies de *Meloidogyne* são didelfas [têm dois ovários] (Moens e Perry, 2009).

Aparentemente a interação que ocorreu entre *P. brachyurus* e *L. theobromae* no aumento do diâmetro das plantas, seria de antagonismo. Contudo, por se tratar de um trabalho pioneiro, ainda seriam necessários outros estudos, para entender melhor a interação de *P. brachyurus* e *L. theobromae* no aumento do diâmetro das mudas. Back *et al.* (2002) menciona que o antagonismo ocorre quando em associação fungos e nematoides resultam em menores

danos do que aquele esperado pelos patógenos isolados. Resultados semelhantes foram obtidos por Kheiri et al. (2002) ao estudar as interações entre *P. vulnus* Allen e Jensen, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. e *F. oxysporum* Schlecht em mudas de macieira (*Malus domestica* Borkh). Os resultados demonstram uma interação antagonista entre os patógenos. Nas mudas inoculadas apenas com o nematoide o crescimento das mesmas foi reduzido e a população do nematoide nas raízes foi elevada. No entanto quando inoculados simultaneamente, além de haver um decréscimo na população dos nematoides houve também um maior crescimento das plantas.

A falta de interação entre nematoides o fungo e os regimes hídricos adotados no presente estudo para todas as variáveis analisadas demonstra a independência dos fatores, muito embora isto pareça ser diferente no campo haja visto que Sharma et al. (1992) e Paes et al. (2012) mencionam a ocorrência de doenças complexas envolvendo *L. theobromae* e *M. exigua* ou *P. brachyurus*. Trabalhos envolvendo patógenos pouco especializados e oportunistas, como é o caso de *L. theobromae* interagindo com nematoides são raros e ainda carecem de mais estudos. A maioria destes, envolve interação com fungos de solo como é o caso de *Fusarium* spp. (Powell, 1971). A exemplo, Moura et al. (2001) observaram a interação de *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder and H.N. Hans formando uma doença complexa no tomateiro. Semelhantemente, Mallaiah et al. (2014) estudaram a interação de *P. delattrei* Luc e *F. incarnatum* (Desm.) Sacc., em *Crossandra infundibuliformis* (L.) Ness uma flor de grande importância comercial na Índia. Os autores observaram que o nematoide predisponha a infecção pelo patógeno.

Há de se considerar que no caso das doenças complexas, nem sempre é possível se determinar com exatidão todos os agentes envolvidos sejam eles bióticos ou abióticos. Neste caso, um dos fatores que pode ter contribuído para a ausência de interação entre os três fatores, pode estar relacionado ao tempo do estudo, que embora conduzido pelo período de um ano,

talvez fique aquém do tempo necessário para demonstrar os efeitos da interação. Isto é evidenciado, principalmente por se tratar de uma cultura perene que pode permanecer no campo por mais de 25 anos e, além disto, envolvendo *L. theobromae* que de acordo com Pereira *et al.* (2006) é um patógeno oportunista e pouco especializado que depende de algum fator que cause estresse à planta para poder causar danos. Neste sentido, talvez, a inoculação do fungo após um ano da inoculação do nematoide, poderia aumentar o estresse da planta para que haja a demonstração das interações entre os patógenos. Similarmente, Lamberti *et al.* (2002) não encontraram interação entre *P. vulnus* e *Verticilium dahliae* Kleb. em oliveira (*Olea europaea* L.) e sugeriram que uma maior duração do experimento poderia ter resultado em respostas significativas de interação entre os patógenos.

CONCLUSÕES

Tanto as características biométricas, quanto os nematoides foram afetados negativamente com a redução do regime hídrico para 50% da capacidade de vaso.

Houve interação entre *Lasiodiplodia theobromae* e *Pratylenchus brachyurus*.

Não ocorreu interação entre os nematoides, fungo e regime hídrico adotado no presente estudo para todas as variáveis analisadas.

O fungo *L. theobromae* embora tenha causado sintomas nas plantas, não foi agressivo suficiente para ocasionar a morte das plantas no decorrer do experimento.

LITERATURA CITADA

- Alves A., P.W. Crous, A. Correia, A.J.L. Phillips. 2008. Morphological and molecular data reveal cryptic species in *Lasiodiplodia theobromae*. *Fungal Diversity* 28:1-13.
- Back, M.A., P.P.J. Haydock and P. Jenkinson. 2002. Nematodes and soil borne pathogens disease complexes involving plant parasitic nematodes and soil borne pathogens. *Plant Pathology* 51: 683-669.
- Barbosa, J.C. and W. Maldonado Junior. 2014. AgroEstat. Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Versão 1.1.0.711 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Brasil.
- Brunini, O. and M. Cardoso. 1998. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1053-1060.
- Castillo, P. and N. Vovlas (Eds). 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management: Nematology monographs and perspectives. Leiden: Brill, 529p.
- Conceição, H.E.O., M.A. Oliva, N.F. Lopes and O.G. Rocha Neto. 1985. Resistência a seca em seringueira: balanço hídrico e produção primária em seis clones submetidos a déficit. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 20: 1041-1050.
- Coolen, W.A. and C.J. D'herde. 1972. A method for the quantitative extration of nematodes from plant tissue. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 77p.
- Costa, R.B., P.S. Gonçalvez, A. Odália-Rimoli and E.J. Arruda. 2001. Melhoramento e conservação genética aplicados ao Desenvolvimento Local – o caso da seringueira (*Hevea* sp). *Revista Internacional de Desenvolvimento Local* 1:51-58.

- Davis, R.F., H.J. Eari and P. Timper. 2014. Effect of Simultaneous Water Deficit Stress and *Meloidogyne incognita* Infection on Cotton Yield and Fiber Quality. *Journal of Nematology* 46: 108-118.
- Eisenback, J. D., H. Hirschmann, J.N. Sasser, and A.C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species), with a pictorial key. Department of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, 48p.
- Gasparotto, L., A.F. Santos, J.C.R. Pereira, and F.A. Ferreira. 1997. Doenças da Seringueira. Brasília: Embrapa-SPI: Manaus: Embrapa-CPAA, 168p.
- Gonzaga, V. and J.M. Santos. 2010. Estudo comparativo da multiplicação *in vitro* de seis espécies de *Pratylenchus* em cilindros de cenoura. *Nematologia Brasileira* 34:226-230.
- Hussey, R.S. and K.R. Barker. 1973. A Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- Karssen G. and M. Moens. 2006. Root-knot nematodes. Pp. 59-90 *in* Perry, R.N., M. Moens. *Plant Nematology*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Kheiri, A., A. Borhani, M. Okhovat and E. Pourjam. 2002. Interaction between root lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and two species of *Fusarium* on growth and development of maple seedlings. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent* 67: 703-706.
- Lamberti, F., F. Ciccicarese, N. Sasanelli, A. Ambrico, T. D'Addabbo and D. Schiavone. 2002. Relationship between plant parasitic nematodes and *Verticillium dahlia* on olive. *Acta Horticulturae* 586: 749-752.

- Lima, E.F., F.A.S. Batista and D.H.P. Azevedo. 1997. Podridão do caule e podridão dos ramos da mamoneira, causada por *Botryodiplodia theobromae* Pat., Pesquisa Agropecuária Brasileira 32: 229-233.
- Mallaiah, B., M. Muthamilan, S. Prabhu and R. Ananthan. 2014. Studies on interaction of nematode, *Pratylenchus delattrei* and fungal pathogen, *Fusarium incarnatum* associated with crossandra wilt in Tamil Nadu, India. Current Biotica 8: 157-164.
- Manzanilla-López, R.H., K. Evans and J. Bridge. 2004. Plant diseases caused by nematodes. Pp. 637-716 in Chen, Z.X., S.Y. Chen and D.W. Dickson. Nematology: Nematode Management and Utilization. Wallingford: CABI Publishing.
- Moens, M. and R.N. Perry. 2009. Migratory plant endoparasitic nematodes: A group rich in contrasts and divergence. Annual Review of Phytopathology 47: 313-332.
- Mohawesh, O. and M. Karajeh. 2014. Effects of deficit irrigation on tomato and eggplant and their infection with the root-knot nematode under controlled environmental conditions. Archives of Agronomy and Soil Science 60: 1091-1101.
- Moura, R. M., R.C.T. Rosa and E.M.R. Pedrosa. 2001. Estudo de interação *Meloidogyne-Fusarium* em tomateiro portador do gene MI em condições de temperaturas altas do solo. Nematologia Brasileira 25: 229-233.
- Norton, D.C. and N. Burns. 1971. Colonization and sex ratios of *Pratylenchus alleni* in soybean roots under two soil moisture regimes. Journal of Nematology 3:374-377.
- Paes, V.S., P.L.M. Soares, O.O.O. Mari, J.M. Santos and A. Goes. 2012. Primeiro relato de uma doença complexa da seringueira (*Hevea brasiliensis*) causada por *Lasiodiplodia theobromae* e *Pratylenchus brachyurus* no Brasil. Anais... Uberlândia: Nematologia Brasileira 168-169.

- Paes, V.S., P.L.M. Soares, F.A. Carneiro, J.M. dos Santos, P.F. de Brito and M.D. Miranda. 2013. Ocorrência de nematoides em viveiros de mudas de seringueira no Estado de São Paulo. Anais... Jaboticabal: Conbraf 446-449.
- Pereira, A.L., G.S. Silva and V.Q. Ribeiro. 2006. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae* Fitopatologia Brasileira 31: 572-578.
- Powel, N.T. Interactions of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. 1971. Pp. 119-136 in Zuckerman, B.M., W.F. Mai and R.A. Rohde. Plant parasitic nematodes: Cytogenetics, Host-parasite interactions, and Physiology. New York, NY: Academic Press, Inc. London Ltd.
- Samsuddin, Z. and I. Impens. 1979. Photosynthesis and resistances to carbon dioxide in *Hevea brasiliensis* Mueli Arg. clones. Oecologia, 37:361-363.
- Santos, J.M., C. Matos, L. Barré and S. Ferraz. 1992. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações Michelin, em Rondonópolis, MT. in Congresso Brasileiro de Nematologia, Lavras, MG. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia 17:75.
- Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel and C.X. Zhao. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Comptes Rendus Biologies 31: 215-225.
- Sharma, R.D., N.T.V. Junqueira, L. Barre and V.F. Rocha. 1992. Efeitos de práticas culturais na incidência de *Meloidogyne* sp., em seringais de cultivo. Fitopatologia Brasileira 17:226.
- Smit, H. P. and K. Burger. 1992. The outlook for natural rubber production and consumption. Pp. 26-49 in Sethuraj, M. R. and N.M. Mathew. Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. The Netherlands: Elsevier.

- Southey, J.F. 1970. Laboratory for work with plant and soil nematodes, 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd. 148 p. (Bulletin, 2).
- Souza, C.C., F.A. Oliveira, I.F. Silva and M.S. Amorin Neto. 2000. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 3: 38-342.
- Taylor, A.L. and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20: 268-269.
- Townshend, J.L. 1973. Survival of *Pratylenchus penetrans* and *P. minyus* in two Ontario Soils. *Nematologica* 19:35-42.
- Vinod, K.K. 2003. Breeding for biotic stress in plantation crops. Pp.431-440 in Proceedings of the training programme on “Breeding for biotic stresses in Crop Plants. Tamil Nadu Agricultural University: Coimbatore, India.
- Wycherley, P.R. The genus *Hevea* – Botanical aspects. Pp. 50-66 in Sethuraj, M.R. and N.M. Mathew. 1992. *Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology*. The Netherlands: Elsevier.

Tabela 1. Médias das avaliações biométricas de seringueiras aos 6 e aos 12 meses, e das populações finais (PF) e nematoides.g⁻¹ (N.g⁻¹).

Fungo (Lt)	6 meses				12 meses							
	Diâmetro		Altura		Diâmetro		Altura		PF	N.g ⁻¹		
CLt ^x	14,20	a ^y	77,78	a	14,73	a	102,63	a	179.450,74 ^z	a	1763,16 ^y	a
SLt	14,18	a	75,49	a	14,57	a	95,44	a	155.277,21	a	1567,39	a
Teste F	0,00 ^{NS}		0,54 ^{NS}		0,29 ^{NS}		3,15 ^{NS}		1,86 ^{NS}		0,26 ^{NS}	
dms (5%)	0,64		6,18		0,57		8,02		110.252,38		921,93	
Nematoides (N)												
Testemunha	14,26	a	72,70	a	14,73	a	97,68	a	0,00	c	0,00	c
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	13,98	a	78,79	a	14,60	a	101,97	a	26.707,04	b	263,34	b
<i>Meloidogyne exigua</i>	14,35	a	78,42	a	14,61	a	97,46	a	475.384,87	a	4732,50	a
Teste F	0,49 ^{NS}		1,60 ^{NS}		0,08 ^{NS}		0,53 ^{NS}		473,70**		273,86**	
dms (5%)	0,94		9,07		0,84		11,78		161.890,78		1353,74	
Regime Hídrico (R)												
100%CC ^w	14,93	a	84,58	a	15,58	a	108,67	a	269.340,00	a	2646,60	a
50%CC	13,47	b	68,70	b	13,72	b	89,40	b	65.387,94	b	683,95	b
Teste F	20,50**		25,92**		41,33**		22,63**		5,37*		7,11**	
dms (5%)	0,64		6,18		0,57		8,02		110.252,38		921,93	
LtxN	1,91 ^{NS}		0,90 ^{NS}		4,41*		1,20 ^{NS}		0,47 ^{NS}		0,09 ^{NS}	
LtxR	0,38 ^{NS}		0,42 ^{NS}		0,64 ^{NS}		0,00 ^{NS}		0,75 ^{NS}		0,01 ^{NS}	
NxR	1,11 ^{NS}		2,06 ^{NS}		3,04 ^{NS}		1,00 ^{NS}		9,95**		11,55**	
LtxNxR	0,51 ^{NS}		0,25 ^{NS}		0,61 ^{NS}		0,26 ^{NS}		0,82 ^{NS}		0,47 ^{NS}	
CV(%)	12,43		22,29		10,80		22,39		20,25		25,5	

^x CLt (Com o fungo *Lasiodiplodia theobromae*), SLt (Sem o fungo *L. theobromae*)

^y Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

^z Médias de dados transformados em logx+5

^w CC (Capacidade de vaso)

Tabela 2. Desdobramento da interação *Lasiodiplodia theobromae* x nematoides (LtxN) para o diâmetro aos 12 meses em plantas de seringueira.

	Testemunha	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<i>Meloidogyne exigua</i>	Teste F
CLt ^x	14,52 Aa ^y	15,29 Aa	14,85 Aa	2,57 ^{NS}
SLt	14,95 Aa	13,92 Ab	14,38 Aa	1,92 ^{NS}
Teste F	0,72 ^{NS}	7,46 ^{**}	0,92 ^{NS}	

^x CLt (Com o fungo *Lasiodiplodia theobromae*), SLt (Sem o fungo *L. theobromae*)

^y Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Desdobramento da interação nematoides x regime hídrico (NxR) para a população final (PF) em plantas de seringueira.

	Testemunha		<i>Pratylenchus brachyurus</i>		<i>Meloidogyne exigua</i>		Teste F
100%CC ^x	0,00	Ca ^y	20260,50	Ba	787759,50	Aa	278,52 ^{**}
50%CC	0,00	Ba	33153,58	Aa	163010,25	Ab	205,13 ^{**}
Teste F	0,00 ^{NS}		0,86 ^{NS}		24,42 ^{**}		

^x CC (Capacidade de vaso)

^y Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 4. Desdobramento da interação nematoides x regime hídrico (NxR) para nematoides.g⁻¹. (N.g⁻¹).

	Testemunha		<i>Pratylenchus brachyurus</i>		<i>Meloidogyne exigua</i>		Teste F
100%CC ^x	0,00	Ca ^y	211,81	Ba	7728,00	Aa	159,66**
50%CC	0,00	Ca	314,87	Ba	1737,00	Ab	85,75**
Teste F	0,00 ^{NS}		0,67 ^{NS}		29,54 ^{**}		

^x CC (Capacidade de vaso)

^y Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

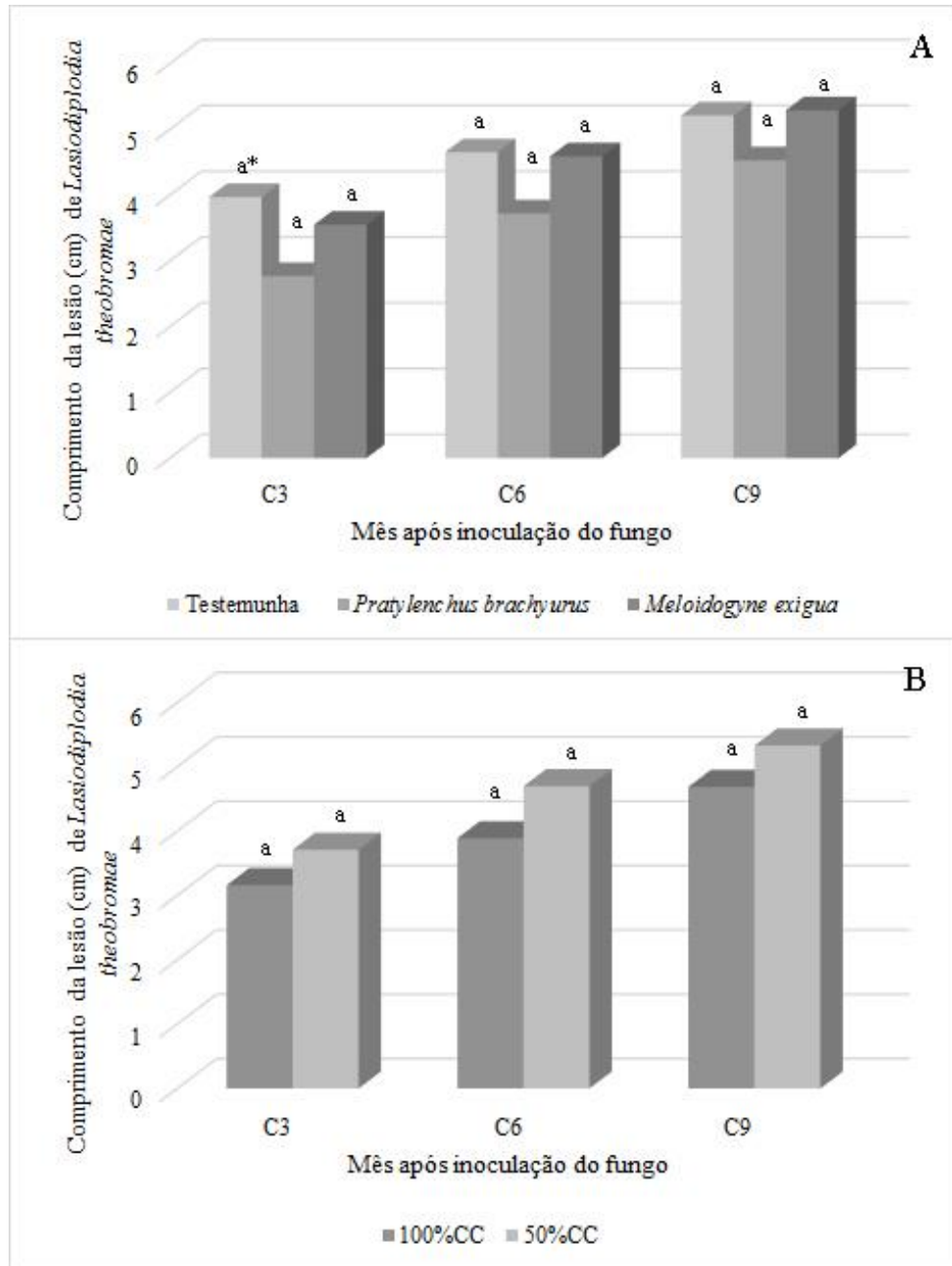


Figura 1. Severidade média de *Lasiodilodia theobromae* mensurada através do comprimento das lesões aos 3, 6 e 9 meses (C3, C6 e C9) após inoculação do fungo (CV% 12,16, 12,56 e 13,41 respectivamente). A) Tratamentos com nematoides + *L. theobromae*. B) Regimes hídricos (100% CC [capacidade de vaso] e 50%CC).

* Média de dados transformados em $\sqrt{(x + 5)}$, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.