

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

REAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA A *MELOIDOGYNE EXIGUA* E A *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*

Vanessa dos Santos Paes-Takahashi*¹, Pedro Luiz Martins Soares¹, Erika Perches Guiducci², Paulo Fernando de Brito³, Franciele Alves Carneiro¹, e Rivanildo Ferreira Junior¹

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, Jaboticabal, SP, Brasil; ³Coordenadoria de Defesa Agropecuária – Estado de São Paulo – EDA, Barretos, SP, Brasil. *Autor para correspondência: paes_vanessa@yahoo.com.br

ABSTRACT

Paes-Takahashi, V. S., P. L. M. Soares, E. P. Guiducci, P. F. de Brito, F. A. Carneiro, and R. Ferreira Junior. 2015. Reaction of rubber tree rootstock to *Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus brachyurus*. *Nematropica* 45:242-251.

The rubber tree, *Hevea brasiliensis*, is an important crop for São Paulo State, which produces more than 50% of the total Brazilian natural rubber. Nematode studies, especially with *Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus brachyurus*, are limited. The rubber tree rootstocks ‘GT1’, ‘PB-235’, ‘PB-217’, ‘RRIM-501’, ‘PR-255’, ‘IAN-873’, ‘RRIM-600’, and ‘TJ-1’ were evaluated for these nematodes. Six-month-old seedlings were inoculated with 3,000 eggs + juveniles of *M. exigua* or 1,000 active forms + eggs of *P. brachyurus*, separately. In order to evaluate nematode tolerance, the plant height and diameter were measured, and total population, nematodes g⁻¹, and the reproduction factor (RF) were evaluated for nematode resistance. *Meloidogyne exigua* caused more pronounced damage to the rubber tree rootstocks. All rootstocks were intolerant and susceptible to both *M. exigua* and *P. brachyurus*.

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

RESUMO

Paes-Takahashi, V. S., P. L. M. Soares, E. P. Guiducci, P. F. de Brito, F. A. Carneiro, e R. Ferreira Junior. 2015. Reação de porta-enxertos de seringueira a *Meloidogyne exigua* e a *Pratylenchus brachyurus*. *Nematropica* 45:242-251.

A seringueira 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, estudaram-se a tolerância e a resistência de porta-enxertos de seringueira a ambos os nematoides. Os porta-enxertos utilizados no presente estudo 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 desses 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 a 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 de raízes. *Meloidogyne exigua* causou os danos mais pronunciados aos porta-enxertos de seringueira. Todos os porta enxertos foram intolerantes e suscetíveis a *M. exigua* e *P. brachyurus*.

Palavras chave: *Hevea brasiliensis*, nematoide-de-galhas, nematoides-das-lesões.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea* Fuscus Aublet) pertence à família Euphorbiaceae e inclui 11 espécies descritas, dentre as quais, *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. de Juss) Mueller-Argovienis, é a de maior importância para o Brasil (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 a maior parte do território de origem (Wycherley, 1992).

A Tailândia, a Indonésia, a Malásia, a Índia e o 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 contribui 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 contribuiu para a decadência da seringueira foi o mal-das-folhas, causado 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 da seringueira no País. As espécies de *Meloidogyne* Goeldi constituem o principal grupo de nematoides de importância econômica no mundo. São amplamente distribuídas 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. Esse nematoide foi encontrado com frequências elevadas, variando de 79 a 94% nas amostras de diversas culturas, sobretudo na soja (Silva *et al.*, 2003; Asmus, 2004).

Os primeiros trabalhos associando nematoides às seringueiras são da década de 70 (Sharma e Loof, 1973; Freire, 1976; Razah, 1978). 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, nos clones 'PB 235' e 'PB 217', *Meloidogyne exigua* Goeldi como agente causal dos sintomas observados. Esse foi, ao que tudo indica, o primeiro relato de

danos provocados por esse nematoide à cultura de seringueira.

Meloidogyne exigua possui três raças, que podem ser identificadas por meio de plantas hospedeiras diferenciadoras. 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 e, 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 (Lordello e Lordello, 2004; Muniz *et al.*, 2009).

A resistência de plantas tem sido reportada como um dos métodos de manejo mais efetivos no controle de nematoides. Quando aliada à tolerância, 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 a *M. exigua* são escassos e, no caso de *P. brachyurus*, não se encontram trabalhos científicos. De fato, Martins *et al.* (2000) mencionam que, desde que os porta-enxertos preenchem 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* (Treb) Chitwood. Para tanto, fizeram cortes histológicos e observaram acúmulo de compostos fenólicos, formações de cristais de oxalato de cálcio em células do parênquima próximas à 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 reação dos principais porta-enxertos aos nematoides mais prejudiciais à 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 de outras medidas caso esses não sejam encontrados. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos avaliar a reação de porta-enxertos de seringueira a *M. exigua* e a *P. brachyurus*.

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, Campus 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 mudas de seringueira 'RRIM 600' enxertadas sobre 'GT 1' como hospedeira. 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 a 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 uma câmara de contagem de Peters (Southey, 1970), em microscópio fotônico e ajustada para 300 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) mL⁻¹. 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 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% e o tempo de imersão foi de 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 INPM), 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 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, 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 200 µL, os quais foram mantidos em câmaras de crescimento do tipo B.O.D., à temperatura de 27 ± 1°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 francos estabelecidos, em idade de reprodução, localizados no Município de Barretos, SP. Cerca de 250 sementes (aproximadamente 1 kg) de cada um dos porta-enxertos 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 que foram 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 de cor preta, com dimensões de 19 x 35 cm foram preenchidos com substrato comercial feito com composto à base de casca de pinus, 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 eram cercadas de tela com 50% de luminosidade. Três sementes foram semeadas dentro de cada saquinho de acordo com a 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 cerca de 40 cm, as mesmas foram pintadas a 4 cm da base, aproximadamente, para identificar o porta-enxerto de acordo com a coloração, evitando possíveis misturas entre os materiais. Assim, a diferenciação entre os porta-enxertos foi feita da seguinte forma: T1- GT 1 = azul, T2 – PB 235 = verde claro, T3 – PB 217 = amarelo, T4 – RRIM 501 = rosa, T5 – PR 255 = vermelho, T6 – IAN 873 = preto, T7 – RRIM 600 = verde, e 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. ulmi*) e oídio (*Oidium* spp). Para as pragas, o controle foi feito aplicando-se defensivos recomendados por Vendramini (1992) ao se atingir o nível de dano econômico, de percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae* Drake e Poor) e cochonilha-parda (*Saissetia coffea* Walker). Para o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), foi aplicado defensivo à base de espiroclifeno.

As mudas permaneceram no viveiro pelo período de seis meses (março a agosto de 2013),

quando foram transportadas em caminhão baú até o *Campus* da Universidade.

Condução do ensaio e avaliações

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da UNESP/FCAV *Campus* de Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial 8 x 3 (porta-enxerto x tratamento) contendo 10 repetições, constituindo 240 parcelas experimentais. Dois tratamentos foram compostos por todos os porta-enxertos inoculados com *P. brachyurus* ou *M. exigua* e o terceiro tratamento foi composto por todos os porta-enxertos não inoculados (Testemunha).

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

As mudas de seringueira foram retiradas dos sacos plásticos, posicionadas no centro de cada vaso que foi, logo em seguida, preenchido com o substrato. Após uma semana do transplante, foram realizadas as inoculações. Para tanto, quatro orifícios de 4 cm de profundidade foram feitos ao redor do colo da planta. Com uma pipeta de vidro, os nematoides foram inoculados por meio da aplicação de 10 mL de suspensão que foram distribuídos igualmente entre os quatro orifícios. Os tratamentos referentes a *M. exigua* receberam 3000 ovos + J2, já os tratamentos referentes a *P. brachyurus* receberam 1000 indivíduos ativos + 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 da mesma forma que os 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 foi feito no porta-enxerto 'GT 1', uma vez que neste o nematoide estava sendo mantido com ótima multiplicação.

O período de condução do experimento 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 e os valores máximos e mínimos de umidade relativa foram de 60 e 80%, respectivamente.

As mensurações biométricas de altura e diâmetro de caule foram feitas um dia antes da inoculação e

aos seis meses após a inoculação. Após esta última avaliação, as plantas foram cortadas e descartadas, as raízes retiradas dos vasos, lavadas, enxugadas com papel absorvente e pesadas. A fim de verificar apenas o desenvolvimento das plantas durante a condução do ensaio, foi realizada a diferença no período, dada pela subtração dos valores iniciais de altura e de diâmetro em relação aos valores iniciais.

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). Os nematoides foram extraídos de todo o sistema radicular das plantas. A população final da suspensão foi estimada em câmara de contagem de Peters e, a partir dos resultados, foram determinados o número de nematoides.g⁻¹ de raízes e o fator 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 de raízes foram transformadas em $\log(x + 5)$.

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

Durante o período de condução, as plantas foram irrigadas duas vezes ao dia (no início da manhã e no 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 à base de espirodiclofeno.

RESULTADOS

Houve diferença significativa a 1% entre os porta-enxertos tanto nas avaliações iniciais quanto nas avaliações finais, contudo não houve diferença entre os tratamentos ou mesmo a interação entre estes nestas avaliações.

Entre os porta-enxertos, o que apresentou maior média na avaliação inicial para a variável altura foi 'IAN 873' que diferiu estatisticamente dos demais e de 'GT 1' (padrão de suscetibilidade), com a menor média. Já na avaliação final, embora 'IAN 873' tenha continuado na mesma posição, só diferiu estatisticamente de 'RRIM 501'. De forma semelhante, para a variável diâmetro, na avaliação inicial, 'IAN 873' apresentou a maior média,

diferindo dos outros porta-enxertos, mas não diferiu 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 estatisticamente 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 as plantas inoculadas com esse nematoide apresentaram as menores médias em relação à testemunha, considerando-se os valores de DAP e de DDP. O tratamento com *P. brachyurus* apresentou valores intermediários referentes a estas variáveis, não diferindo nem da testemunha nem de *M. exigua* (Tabela 1).

A soja 'TMG 115' e o milho 'BRS 1030', empregados como padrão de suscetibilidade a *P. brachyurus*, apresentaram fatores de reprodução de 22,97 e 13,17, respectivamente, atestando a viabilidade do inóculo. No caso de *M. exigua*, o porta-enxerto 'GT 1' também confirmou a viabilidade do inóculo com FR de 111,63 (Tabela 2).

A menor população de *M. exigua* foi observada em 'RRIM 600' que diferiu estatisticamente dos demais porta-enxertos, exceto de 'PB 235'. Este, por sua vez, também não diferiu dos demais. 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) e, por isso, todos os porta-enxertos foram considerados suscetíveis a *P. brachyurus* também.

Quanto ao número de nematoides.g⁻¹ de raízes, nota-se que a menor média 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 de raízes foi, novamente, 'PR 255' que diferiu estatisticamente dos demais com exceção apenas de 'PB 217'.

Com relação aos tratamentos, tanto para a variável população final quanto para nematoides.g⁻¹ de raízes, todos se comportaram de forma semelhante. Pôde-se, então, observar que *M. exigua* sempre domina sobre a população de *P. brachyurus* (Tabelas 2 e 3). Este fato somente não ocorreu para 'RRIM 600', pois não houve diferença significativa entre os dois nematoides.

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 de raízes.

Porta enxertos (PE)	Avaliação inicial		Avaliação final		Diferença no período			Nem.g ⁻¹ de raízes
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	DAP (cm)	DDP (mm)	PF	
T1 - GT-1	70,03 D ^y	7,86 c	158,00 ab	14,74 abc	87,97	6,98 bc	122.855,07 ^z	2.024,152 a
T2 - PB-235	81,30 bc	8,89ab	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**	1,95ns	10,38**	1,13ns	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								

^y Letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade^z Médias de dados transformados em log(x+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*.

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

^xFator de reprodução (População final/População inicial), $FR \geq 1$ = Suscetível (S), $FR < 1$ = Resistente (Oostenbrink, 1966).

^yMédias de dados transformados em $\log(x+5)$.

^zLetras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3. Desdobramento das interações entre porta-enxertos e tratamentos para número de nematoides.g⁻¹ de raízes.

	Testemunha		<i>M. exigua</i>		<i>P. brachyurus</i>	
	Testemunha	Teste F	Testemunha	Teste F	Testemunha	Teste F
GT-1	0,00 Ac		5.930,09 ^y Aba ^z		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 **	

^yMédias de dados transformados em $\log(x+5)$.

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

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.

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

Na avaliação final, era esperado a observação do efeito dos tratamentos com nematoides na biometria das plantas, contudo como as plantas já estavam com seis meses ao serem inoculadas, foi realizada a avaliação da diferença do crescimento (avaliação final – inicial), 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, pode apresentar os danos decorrentes dos nematoides de forma ainda mais severa.

As diferenças que ocorreram entre as inoculações com *M. exigua* e com *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, observaram-se as maiores médias de populações finais para *M. exigua*.

Embora suscetível a *P. brachyurus*, conforme Oostenbrink (1966), ‘PR 255’ é um material promissor por ter proporcionado os menores valores de população final e de FR. Possivelmente, este porta-enxerto 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.

Lordello *et al.* (1983) mencionam que o número de nematoides.g⁻¹ de raízes frescas é uma boa variável para se avaliar a população, pois esta se correlaciona diretamente com os prejuízos causados pelos nematoides. Desta forma, ‘TJ 1’ e ‘PR 255’ seriam os materiais que no campo, possivelmente, sofreriam os menores danos causados por *M. exigua* e por *P. brachyurus*, respectivamente.

Em se tratando de uma cultura perene, como é o caso da seringueira, e considerando que todos os materiais avaliados foram suscetíveis, embora diferentes entre si quanto às populações finais, aos FR's e aos números de nematoides.g⁻¹ de raízes, 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, as duas espécies de nematoides atingirão um pico populacional que irá causar sérios prejuízos às seringueiras. Neste sentido, é necessária a utilização de outras medidas de manejo visando à manutenção das populações destes agentes abaixo do limiar de dano econômico.

CONCLUSÕES

Meloidogyne exigua causou reduções na altura e no diâmetro de caule dos oito porta-enxertos de seringueira avaliados.

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

LITERATURE CITED

- 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, e 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.
- 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.
- Costa, R. B., P. S. Gonçalves, A. Odália-Rimoli, 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. Raleigh, NC: Department of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and United States Agency for International Development.
- Ferreira, D. F. 2008. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium 6:36-41.
- Fonseca, H. S., L. C. C. B. Ferraz, e S. R. Machado. 2003. Ultraestrutura comparada de raízes de seringueira parasitadas por *Meloidogyne exigua* e *M. javanica*. Nematologia Brasileira 27:199-206.
- Fonseca, H. S., e A. Jaehn. 2000. Estudos dos mecanismos de resistência em raízes de porta-enxertos de seringueira inoculadas com *M. javanica*. Nematologia Brasileira 24:233-237.
- 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., e D. R. Trindade. 2005. Doenças da seringueira. Pp. 217-223 in L. Amorim, A. Bergamin Filho, e H. Kimati. Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ceres.
- Gasparotto, L., A. F. Santos, J. C. R. Pereira, e F. A. Ferreira. 1997. Doenças da Seringueira. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA.
- Goeldi, E. A. 1892. Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro. Arch. Museu Nacional 8:7-123.
- Gonzaga, V., e 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. 2015. A importância da borracha natural. Online. <http://iac.impulsohost.com.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>. não precisa informar a data de acesso?
- Lordello, A. I. L., e 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 Z. X. Chen, S. Y. Chen, and D. W. Dickson, (ed.), Nematology: Nematode Management and Utilization. Wallingford: CABI Publishing.
- Martins, A. L. M., N. P. Ramos, P. S. Gonçalves, e 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. Carneiro. 2009. Additional information on an atypical population of *Meloidogyne exigua* Göldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) parasitizing 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. Zamuner Filho, R. S. Silva, J. C. A. Antonini, H. Vocurca, e 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, e 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., N. T. V. Junqueira, L. Barre, e V. F. Rocha. 1992. Efeitos de práticas culturais na incidência de *Meloidogyne* sp., em seringais de cultivo. Fitopatologia Brasileira 17:226.
- 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.
- Silva, R. A., M. A. S. Serrano, A. C. Gomes, D. C. Borges, A. A. S. Souza, G. L. Asmus, e 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: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (Bulletin, 2).
- Starr, J. L., J. Bridge, and R. Cook. 2002. Resistance to plant parasitic nematodes: History, current use, and future potential. Pp. 1-22 in J. L. Starr, R. Cook, and J. Bridge (ed.), 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, e 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 M. J. S. Medrado, M. S. Bernardes, J. D. Costa, e A. N. Martins (ed.), 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 program on “Breeding for biotic stresses in Crop Plants. Tamil Nadu Agricultural University: Coimbatore, India.
- Wycherley, P. R. 1992. The genus *Hevea* – Botanical aspects. Pp. 50-66 in M. R. Sethuraj, and N. M. Mathew. 1992. Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology. The Netherlands: Elsevier.

Received:

30/IV/2015

Accepted for publication:

30/VII/2015

Recibido:

Aceptado para publicación: