

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

BÁRBARA FARIA FONSECA

**Comparação morfofisiológica de mudas de *Hevea brasiliensis*, submetidas a regimes hídricos,
inoculadas com *Meloidogyne exigua***

**Uberlândia - MG
Janeiro - 2018**

BÁRBARA FARIA FONSECA

Comparação morfofisiológica de mudas de *Hevea brasiliensis*, submetidas a regimes hídricos, inoculadas com *Meloidogyne exigua*

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
como quesito parcial para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Lísias Coelho
Co-orientadora: Prof.^a Maria Amelia dos
Santos

**Uberlândia – MG
Janeiro – 2018**

BÁRBARA FARIA FONSECA

Comparação morfofisiológica de mudas de *Hevea brasiliensis*, submetidas a regimes hídricos, inoculadas com *Meloidogyne exigua*

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
como quesito parcial para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 08 de janeiro de 2018.

Dr. Ernane Miranda Lemes
Membro da Banca

M.Sc. Guilherme Nunes Moreira Costa
Membro da Banca

Prof. Lísias Coelho, Ph.D.

Orientador

**“Se desejo, o meu desejo faz subir marés de sal e sortilégio.
Eu ando de cara pra o vento na chuva, e quero me molhar.
Sou como a haste fina, que qualquer brisa verga, nenhuma espada corta.”**

Maria Bethânia

DEDICO

Aos meus pais Kéllen e Eduardo.

Ao meu irmão Fellipe.

Aos meus avós: Vovó Mariinha e Vovô João; Vovó Lourdes e Vovô Octávio (*in memorian*).

À Joana D’Arc Rodovalho,

À Prof.^a Dr.^a Corina Graciano – FCAyF.

AGRADECIMENTOS

A Deus; Nossa Senhora Aparecida; aos meus guias e protetores.

À Universidade Federal de Uberlândia, pelas oportunidades.

À professora Corina, da Universidad Nacional de La Plata, pelo despertar.

Ao professor Lísias, por receber minha proposta de prontidão, me transmitir um pouco da sua calma e permitir que eu conduzisse o que eu tanto queria.

À professora Maria Amélia, por partilhar seu conhecimento e ensinar com tanto zelo e dedicação. Sempre disponível, para nós, alunos.

Ao professor Magno e à Joana Darc que me apadrinharam na COAGO, em um momento crucial.

A todos os meus queridíssimos professores do Curso de Agronomia.

Ao meu pai Eduardo Alberto, que é o primeiro a comprar meus sonhos.

À minha mãe Kéllen, a leoa.

Ao meu irmão Fellipe Eduardo, o parceiro de vidas.

A minha Tia Kátia e ao meu Tio Klebinho, sem eles UFU seria um sonho distante.

Ao vovô João Faria, pela caridade despretensiosa.

À vovó Mariinha, pelo olhar cauteloso e interseção protetora.

À vovó Lourdes, pelo alento da alegria em ouvir minha voz a cada ligação.

À Giovanna Faria, minha prima, cúmplice, pessoa cuja missão é fazer o bem sem olhar a quem.

À Cibele Cândido, prima e amiga, pessoa inenarrável.

À Bruna Beatriz, minha doce companheira de “República de Duas”.

Ao Jeziel e ao Júnio, meus primos queridos, parceiros e companheiros de jornada.

À Natália Mendes; Anderson Silva; Érick Araújo; Omar LLanque e Francisco Flores, meus amigos, participantes ativos da manutenção do experimento.

À Lorena Almeida e sua família, por simbolizarem um lar quando sentia o meu distante.

Muito obrigada, axé!

RESUMO

O Brasil foi o maior produtor de borracha, obtida de *Hevea brasiliensis* do mundo. Atualmente, contribui com, aproximadamente, 1,5% no mercado internacional. Dentre outros motivos, alguns agentes patológicos são fatores limitantes á formação de plantios homogêneos. Dentre esses patógenos, os nematoides têm causado perdas significativas, sendo as mudas uma das formas mais eficientes de disseminação de inóculo. A disponibilidade de água no solo influencia não só no desenvolvimento da planta como no ciclo de vida do patógeno, uma vez que a fase infectiva (J2) necessita de água para locomover-se e chegar até a raiz que será parasitada. Assim, compararam-se morfofisiologicamente mudas de seringueiras inoculadas com *Meloidogyne exigua* raça três, submetidas a dois regimes hídricos distintos. Foram estabelecidos quatro tratamentos: Sadias + Estresse; Inoculadas + Estresse; Sadias + Rega; Inoculadas + Rega. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), como um fatorial 2 x 2. As mudas submetidas ao estresse receberam água a 50% da capacidade de campo (cc) do vaso, e as mudas cujo tratamento foi tipo rega receberam 100% cc do vaso. Concluiu-se que mudas colonizadas com *M. exigua* têm desenvolvimento morfofisiológico comprometido e o déficit hídrico compromete ainda mais o desenvolvimento de mudas de seringueira.

Palavras-chave: Seringueira. *Meloidogyne exigua*. Estresse hídrico. Patologia Florestal.

ABSTRACT

Brazil was the main producer of rubber, from *Hevea brasiliensis*, of world. Nowadays, the Brazilian production is about only 1,5%. Among other reasons, plant pathogens are limiting factors for the formation of rubber tree orchards. Among these pathogens, the nematodes are aggressive and cause significant losses. Water availability influences both plants and nematode development, since the infective stage needs water to move to the roots. In this study, the morphology and physiology of rubber tree seedlings inoculated with *Melodogyne exigua* race 3, under two different water regimes, was compared. Four treatments were established: Healthy + Stressed; Inoculated + Stressed; Healthy + Water, and Inoculated + Stressed. The experimental design was completely randomized, as a 2x2 factorial. The seedlings subjected to stress received water at 50% of field capacity of the pot, while the irrigated ones received 100% of the field capacity of the pot. It was concluded that seedlings colonized with *M. exigua* have a compromised morphophysiological development and the water further compromises the development of rubber tree seedlings,

Keywords: Rubber tree. *Meloidogyne exigua*. Water restriction. Forest pathology.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1	<i>Hevea brasiliensis</i> (Wild Ex. A. de Juss) Mueller-Agroviensis	7
2.2	<i>Meloidogyne exigua</i>	8
3.	MATERIAL E MÉTODOS	11
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.	CONCLUSÕES	19
	REFERÊNCIAS	20

1. INTRODUÇÃO

Em 1774, foi relatada pela primeira vez a observação de objetos e utensílios que tinham capacidade de deformação e regeneração à forma original, pelo pesquisador francês Charles M de La Condamine, em uma das missões francesas à Floresta Amazônica. Tais objetos eram feitos com látex – borracha natural advinda da árvore de Seringueira, pela população nativa da região (SOUZA, 2001).

O Brasil passou por dois grandes ciclos da borracha, entre 1849 a 1945, indo do apogeu à derrocada nesse período, passando pela governança do Império Brasileiro, Primeira e Segunda Repúblicas, cujos incentivos de capital nacional foram baixos, ficando entregue ao capital estrangeiro inglês e norte americano, ranqueando o Brasil em primeiro produtor e exportador do mundo (SOUZA, 2001).

De acordo com Gasparotto e Pereira (2012) a queda da borracha se deu por diversos motivos: desincentivo da Coroa e posteriormente do Estado; introdução de germoplasma na Ásia, que logo despontou na produção e ainda hoje domina o mercado e, finalmente, o ataque do *Microcyclus ulei*, fungo fitopatogênico causador do Mal-das-folhas, doença agressiva que dizimou seringais no Norte brasileiro.

Assim, houve migração da zona produtora nortista para zonas de escape: São Paulo – principalmente o noroeste do estado, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Além disto, ao final da década de 80, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental, incentivada pelo PROBOR (Programa Pro Borracha) do Governo Militar, iniciou pesquisas a fim de reverter o quadro do mal-das-folhas, permitindo que a atividade voltasse a ocorrer no Norte do país, devido à importância social que a extração da borracha desempenha e representa para a população local (GASPAROTTO; PEREIRA, 2012).

Gasparotto e Pereira (2012) relatam que após anos de pesquisa a Embrapa Amazônia Ocidental chegou a um modelo de mudas tricompostas resistentes ao mal-das-folhas, permitindo a retomada na produção na área.

A produção mundial concentra-se 92% nos países do Sudeste Asiático (FAO, 2011 apud GASPAROTTO; PEREIRA 2012), e o Brasil produz menos que 2% dessa produção (GASPAROTTO; PEREIRA, 2012).

No início da década de 90, outro patógeno, também agressivo, começou a causar problemas, já na região de Mato Grosso, um fitonematoide do gênero *Meloidogyne* Goeldi: *Meloidogyne exigua* (GASPAROTTO; PEREIRA, 2012)

Tal patógeno é do grupo dos galhadores de raízes, causa amarelecimento nas folhas mais novas, ressecamento de galhos e mata a planta progressivamente, apresentando sistema radicular com galhas de aspecto necrosado e amarelado tanto nas radículas principais quanto nas laterais, com segmentos necrosados. (TAKAHASHI, 2015; GASPAROTTO; PEREIRA, 2012)

Desde então, relatos da ocorrência do patógeno, dificuldade de controle e alertas tem sido gerados pelos produtores do Centro-Sul. Contudo há estudos esparsos e até o momento pouco se sabe sobre a interferência fisiológica do nematoide, bem como a maneira de atuar mediante a infestação.

O reflexo da produção comercial de seringueira relaciona-se diretamente com o sistema de produção de mudas: mudas formadas no solo do viveiro, ano após ano, sem rotacionar ou tratar previamente o solo, potencialmente dissemina nematoides e outros patógenos; além disso, em 1992 Sharma et al., citados por Gasparotto e Pereira (2012), já alertavam sobre a dispersão e aumento do nível de infestação do nematoide causado pela gradagem de terras no Mato Grosso.

Uma vez que o principal método de controle para nematoides é o preventivo, evitando a entrada do patógeno na área, e que as mudas são uma forma importante de disseminação, objetivou-se comparar, morfofisiologicamente, mudas de seringueira inoculadas com *Meloidogyne exigua* ou sadias, a dois regimes hídricos diferentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Hevea brasiliensis* (Wild Ex. A. de Juss) Mueller-Agroviensis

A seringueira é uma árvore da divisão das angiospermas e classe das dicotiledôneas; da família Euphorbiaceae. O gênero *Hevea* possui 11 espécies descritas, das quais apenas no Brasil que existem todas as espécies (GASPAROTTO; PEREIRA, 2012). Nativa da região amazônica e encontrada naturalmente nas florestas dos estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Pará e em áreas vizinhas do Peru e Bolívia, a seringueira ganhou importante papel na economia brasileira no início do século passado. A partir do extrativismo de seringais nativos, a região amazônica alcançou um período de grande prosperidade econômica (D'AGOSTINI et al., 2013 apud GONTIJO, 2017).

Segundo uma análise feita por Esperante (2016), a área plantada, no Brasil, de seringueira teve um incremento de 73 mil hectares entre os anos de 2009 e 2016, com incremento de 28 mil hectares em produção no mesmo período. (Figura 1)

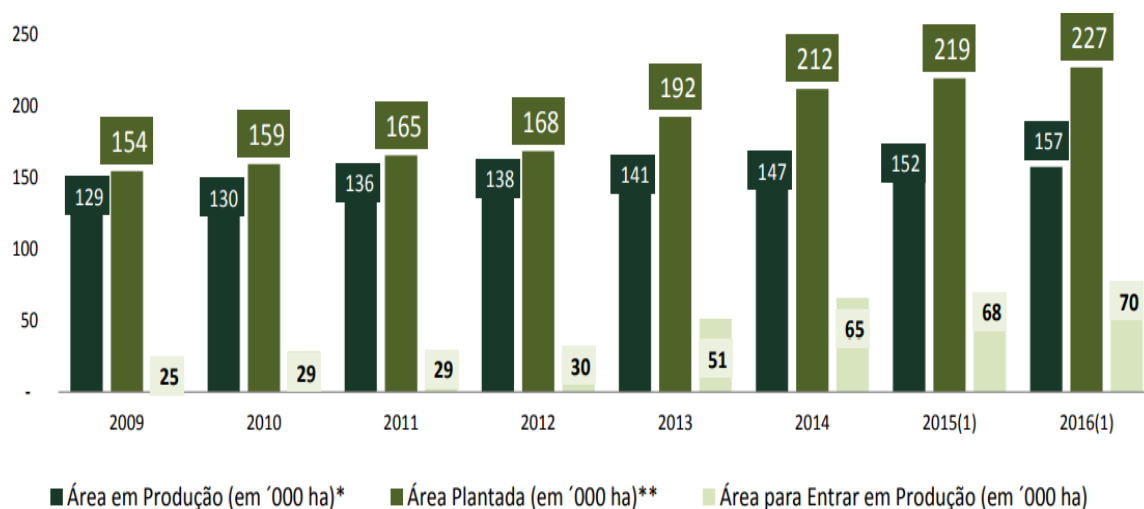


Figura 1: Relação de área plantada/em produção nos anos de 2009-2014. Fonte: ESPERANTE (2016).

De acordo com Vieira e colaboradores (2012), citados por Gontijo (2017), os principais cultivos de seringueira estão localizados no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, pois as condições climáticas presentes nesta região são desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno *Microcyclus ulei*. A cultura tem se expandido para os Estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso e no norte do Paraná.

2.2 *Meloidogyne exigua*

Os chamados de fitonematoides ou nematoides parasitos de plantas são vermes microscópicos e quase transparentes, como definido por Monteiro e Lordello (1980), Sasser e Freckman (1987) (ambos citados por Takahashi, 2015), e medem em torno de 0,3 a 12,0 mm.

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, os prejuízos estimados estão em torno de 12% (SASSER, FRECKMAN, 1987 apud TAKAHASHI, 2015).

Os nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* 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 apud TAKAHASHI, 2015). O gênero engloba mais de 95 espécies descritas, e mais de 5.500 espécies de plantas já foram listadas como hospedeiras (GHULE; SINGH; KHAN, 2014 apud TAKAHASHI, 2015).

Meloidogyne exigua é a espécie tipo desse gênero e, de acordo com Takahashi (2015), foi relatada pela primeira vez em 1887 em cafezais da província do Rio de Janeiro por Emílio A. Goeldi, sendo o cafeeiro o principal hospedeiro. Outras espécies também são hospedeiras alternativas, como algumas plantas infestantes, melancia, tomate, cacau, soja, dentre outras. Essa espécie possui três raças definidas por seus hospedeiros diferenciais.

Os juvenis de segundo estágio desses nematoides são as formas infectivas (Figura 5). 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 2 a 12, ao redor da região labial do nematoide constituem seus sítios de alimentação, ali permanecem até seu completo desenvolvimento chegando à 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 apud TAKAHASI, 2015).

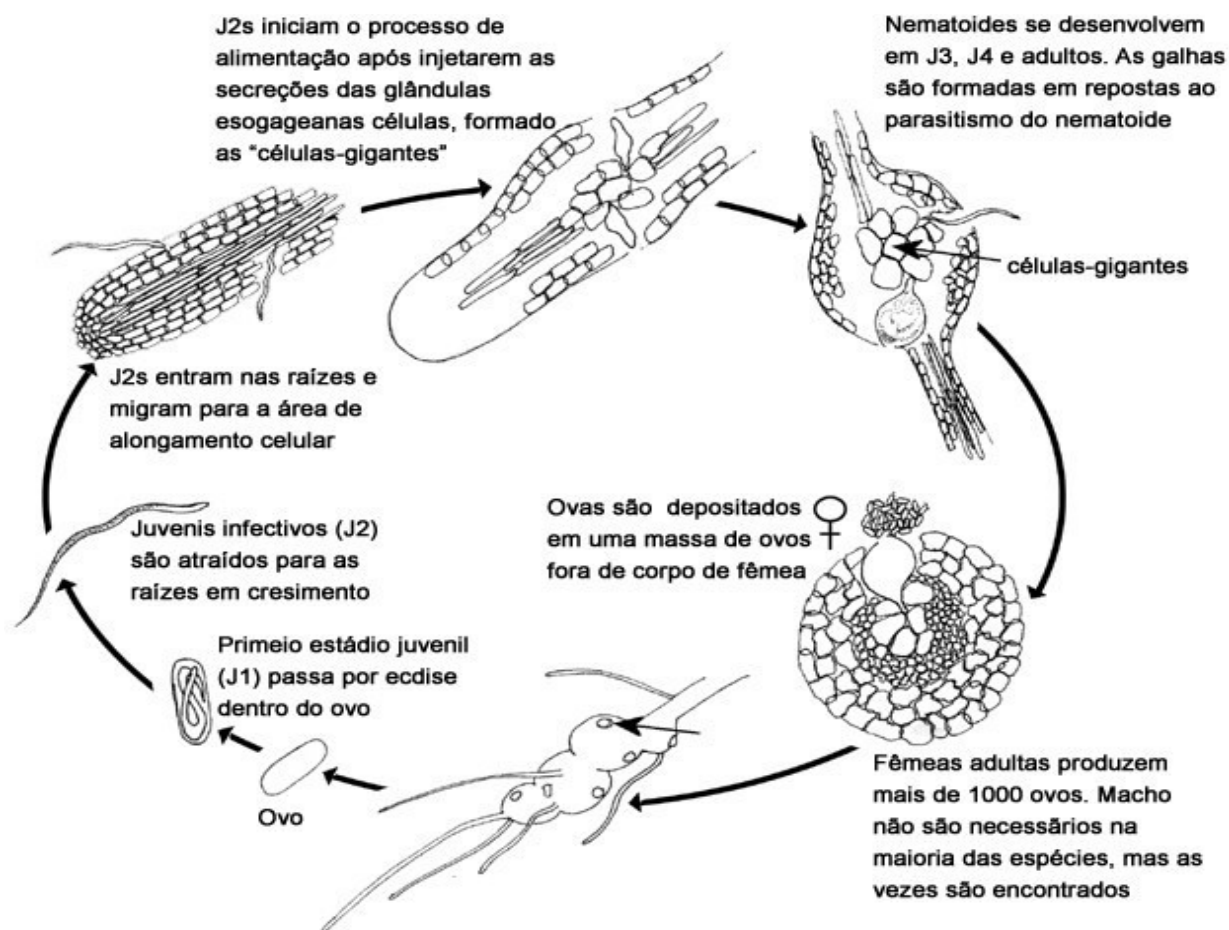


Figura 2: Ciclo do nematoide de galha. Fonte: APSNET.ORG (2017)

A primeira medida de controle é a prevenção. Portanto, as mudas devem ser certificadas como livres de *M. exigua*. Inclusive Takahashi (2015) elucida que, em 2009, a Coordenadoria de Defesa Agropecuária – CDA / Escritório de Defesa Agropecuária – EDA Barretos, elaborou uma proposta de Resolução (Instrução Normativa 29, 5 de agosto de 2009) para o Estado de São Paulo, para assegurar a produção de mudas isentas desse patógeno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia, campus Umuarama, na cidade de Uberlândia – MG. A semeadura foi feita dia 09 de fevereiro de 2017, a repicagem foi feita elevando a capacidade de campo do substrato a 100% no dia 11 de maio de 2017 (93 dias após a semeadura) (Figura 3A) e transplantando – as para os vasos definitivos (Figura 3B). A inoculação do patógeno foi feita dia 14 de junho de 2017 (33 dias após o transplantio), com suspensão contendo 5.000 ovos e juvenis de *M. exigua* por planta.

Ao total foram 40 mudas divididas em 20 mudas inoculadas e 20 mudas saudáveis, sendo que metade de cada grupo foi submetida a estresse hídrico (três meses após a repicagem) e a outra metade recebeu molhamento pleno. Assim foram estabelecidos quatro tratamentos: Saudáveis + Estresse; Inoculadas + Estresse; Saudáveis + Rega; Inoculadas + Rega. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), como um fatorial 2 x 2. As mudas submetidas ao estresse receberam água a 50% da capacidade de campo (cc) do vaso, aproximadamente 180 mL de água, e as mudas cujo tratamento foi tipo rega receberam 100% cc do vaso, aproximadamente 720 mL de água (Figura 3). O turno de rega foi diário. A duração do tratamento com estresse hídrico foi de 90 dias.



Figura 3: **A.** Repicagem. **B.** Vasos definitivos após repicagem. **C.** Quantidade aproximada de água para tratamentos com 100% cc vs 50% cc . Fonte: Fonseca (2017).

Em julho de 2017 as plantas apresentaram deficiência de magnésio. Para correção foi utilizado sulfato de magnésio à concentração de 2 g L^{-1} em 100 mL por vaso.

Foram medidos a altura da haste e o diâmetro da base da haste de cada planta dos quatro tratamentos. Para a altura foi utilizado uma trena convencional, em centímetros, e para o diâmetro da base foi utilizada um paquímetro analógico, em centímetros. A primeira medição foi feita dia 15/10/2017 e a segunda (e última) dia 15/12/2017.

Para análise da atividade fotossintética foi utilizado o aparelho ClorofiLOG (FALKER), um medidor portátil eletrônico de teor de clorofila A, clorofila B e clorofila Total, no dia 19/12/17, seis meses após a inoculação e cinco meses após o início do estresse.

A quantificação de nematoides foi feita no Laboratório de Nematologia (LANEM) da Universidade Federal de Uberlândia. A técnica para extração de nematoides do solo e das raízes é descrita por Jenkins (1964) e Bonetti e Ferraz (1981), respectivamente. Os resultados foram submetidos ao Teste de F a 1% de probabilidade e comparados pelo teste t de Student (Bonferroni), a 1% de significância, utilizando o programa SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a testemunha (sem inoculação do patógeno e irrigado com 100% da cc do vaso) foi observado, visualmente, que as mudas se apresentaram mais vigorosas com folhas mais verdes, em comparação com os demais tratamentos. As mudas inoculadas apresentaram desfolha e folhas amareladas. Takahashi (2015) observou que mudas advindas de locais infestados com nematoides apresentavam sintomas pronunciados de amarelecimento, queda prematura das folhas e crescimento reduzido.

Valois e colaboradores (1978), citados por Takahashi (2015), concluem que características biométricas como altura e diâmetro, que sofrem alta influência ambiental, são ideais para verificar de forma indireta a influência dos nematoides no desenvolvimento da seringueira.

A primeira análise biométrica, feita em 15 de outubro de 2017, cinco meses após a repicagem, não apresentou diferença para altura da haste (cm) e para diâmetro (cm) (Tabela 1).

No estudo desenvolvido por Takahashi (2015), foi avaliada a resistência de porta-enxertos de seringueira a *M. exigua* e a *Pratylenchus brachyurus*, para tal avaliaram-se biometricamente a altura e diâmetro da haste de mudas para acompanhar o desenvolvimento. Esperava-se que quanto mais resistente o material fosse, menor seria a interferência nos caracteres biométricos; contudo, não foram observadas diferenças no período da condução do experimento (seis meses), ainda que os efeitos visuais de *Meloidogyne exigua* fossem mais pronunciados. A ausência de diferença foi justificada devido ao fato de nenhum material avaliado tivesse resistência aos patógenos e ao pouco tempo de avaliação dos caracteres, uma vez que se trata de uma árvore que fica a campo por anos, podendo apresentar danos ao longo do tempo.

Neste ensaio, entretanto, uma nova avaliação, feita dois meses (15/12/2017) após a primeira, apresentou diferença (Tabela 1) para altura e para diâmetro com médias menores nos tratamentos estressados, que não só tiveram desenvolvimentos diferentes para os tratamentos como também no caso do diâmetro apresentou paralisação do crescimento (incremento de diâmetro). Tais resultados foram obtidos, possivelmente, pela aplicação do fator estresse hídrico (Tabela 1).

Tabela 1: Altura inicial (cm), altura final(cm), incremento de altura(cm), diâmetro inicial(cm), diâmetro final(cm) e incremento de diâmetro(cm) de mudas de seringueira, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

	Altura Inicial			Altura final			Incremento Altura			Diâmetro inicial			Diâmetro final			Incremento Diâmetro		
	Reg ada	Estr essa da	Méd ia	Reg ada	Estr essa da	Méd ia	Reg ada	Estr essa da	Méd ia	Reg ada	Estr essa da	Méd ia	Reg ada	Estr essa da	Méd ia	Reg ada	Estr essa da	Méd ia
Inoculad	46,8 5	43,2 7	45,0 6	53,8 2	46,7 5	50,2 8 A	6,97	3,48	5,22	0,68	0,65	0,67	0,83 A	0,61 A	0,72 A	0,14	0,0	0,5
Sadia	49,8 0	47,8 5	48,8 7	59,7 5	51,0 5	55,4 0 A	9,95	3,10	6,52	0,64	0,67	0,65	0,66 B	0,58 A	0,62 B	0,02	0,0	0,0
Média	48,3 2	45,6 1	-	56,7 8 a	48,9 0 b		8,46	3,29	-	0,66	0,66		0,75 a	0,59 b		0,08	0,00	
CV (%)	22,6 0			22,0 3			242, 37			25,2 7			15,7 3			339 0,09		

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de t de Student (Bonferroni) a 0,01 de significância. C.V. Coeficiente de Variação.

São notáveis as diferenças de médias entre os dois tratamentos com 100% cc e os dois tratamentos com 50% da cc, sendo aquelas superiores a estas. Takahashi (2015) notou que os caracteres biométricos também foram afetados com a redução do regime hídrico para 50% cc. Segundo Taiz e Zeiger (1991) o déficit hídrico provoca inibição da expansão e da divisão celular, o que leva a uma lentidão da expansão foliar, logo, o crescimento é reduzido.

Gasparotto e Pereira (2012) relataram alterações morfológicas nas raízes das seringueiras galhadas, observaram que o xilema apresentava elementos de vasos curtos e irregulares, concluindo que há redução na capacidade de absorção de água e nutrientes, sendo isso um motivo não só da obliteração morfológica, mas também fator de redução da atividade fotossintética, evidenciada na Tabela 2, pela diferença de clorofila *total* e *a* dos tratamentos sadios com 100% cc.

Tabela 2: Atividade fotossintética de clorofila *a* e clorofila *b* e clorofila *total*.

Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

	Rega das	Estress adas	Médi as	Rega das	Estress adas	Méd ias	Regad as	Estress adas	Médias
	Clorofila <i>a</i>			Clorofila <i>b</i>			Clorofila <i>total</i>		
Inocula das	23,99 b B	23,44 bB	23,71 B	5,30	5,46	5,38	28,97b	28,90a	28,93 B
Sadias	30,18 aA	25,12 bB	27,65 A	7,03	5,26	6,14	37,21a	30,40a	33.80 A
Médias	27,08 a	24,28 a		6,16	5,36		33,09	29,65	
C.V (%)	19,27								
Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de t de Student (Bonferroni) a 0,01 de significância. C.V. Coeficiente de Variação									

Takahashi (2015) menciona Samsuddim e Impens (1978) em relação à fragilidade de plantas de seringueira jovens às condições de seca, culminando com Shao et al. (2008), que afirmaram que o estresse por falta de água nas plantas pode alterar drasticamente o metabolismo levando a uma redução do crescimento e produtividade. Sendo resultado do potencial hídrico reduzido das folhas e fechamento estomático com redução das trocas gasosas, o que influencia em processos bioquímicos e fisiológicos, como a fotossíntese (Tabela 2) (TAKAHASHI, 2015). Tal influência pode ser tão relevante quando se observa que o tratamento sadio, porém com 50% cc, obteve média de clorofila *a* igual aos tratamentos inoculados (Tabela3).

A redução da clorofila *a* nos tratamentos sadios e estressados (Tabela 2) é um indicativo da redução da atividade fotossintética, fato corroborado pelo estudo de Conceição et al. (1985) apud Takahashi (2015), que estudaram clones de seringueira

submetidos a déficits hídricos crescentes e relataram que tal decréscimo reduziu direta e linearmente o potencial hídrico foliar e a taxa fotossintética.

As menores médias de clorofilas *a* e *total* correspondem aos tratamentos inoculados com o patógeno, possivelmente coincidindo com a observação feita por Asmus (2001) de que é inevitável deixar de imaginar alterações fisiológicas e morfológicas em plantas infectadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*. Tais alterações morfológicas foram relatadas por Gasparotto e Pereira (2012).

A determinação dos teores de clorofila é um indicativo importante da atividade fotossintética da planta, pois a mesma depende, dentre outros fatores, da capacidade que a folha tem de absorver luz (SALLA, RODRIGUES, MARENCO, 2007). Souza et al. (2013), conduziram um experimento com mudas estressadas e não-estressadas de *Bertholletia excelsea* (castanha-do-Pará). Ao analisar as clorofilas *a* e *b* também observaram redução dos índices de clorofila daquelas estressadas, justificando que a insuficiência de água leva à formação de oxigênio reativo (ROS), um degradante das células de clorofila. Trata-se de uma relação direta: menos clorofila, menor atividade fotossintética, menos fotoassimilados e, consequentemente, crescimento reduzido.

Como esperado, os tratamentos que foram inoculados, com ou sem estresse, obtiveram médias superiores de nematoides (ovos e J2) em relação aos tratamentos sadios (Tabela 3). Estes dados sugerem que as alterações morfofisiológicas estão relacionadas primeiramente à presença de *M. exigua* e, secundariamente, à aplicação do estresse hídrico.

Tabela 3: Massa de raiz (g) e população de nematoides (ovos+J2) por planta em mudas de seringueira, inoculadas, ou não, e submetidas, ou não, ao estresse hídrico. Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

	Regadas	Estressadas	Médias	Regadas	Estressadas	Médias
	Massa de raiz (g)			População de nematoides (ovos+J2)		
Inoculadas	9,01 aA	8,70 aA	8,10 A	4332,63Aa	3480,04Ab	3906,33Aa
Sadias	11,11 aA	5,09 aA	8,85 A	76,83Aa	334,72Aa	205,78Ba
Médias	10,06 a	6,89 b		2204,73Aa	1907,38Aa	
C.V (%)	42,30			35,76		
Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de t de Student (Bonferroni) a 0,01 de significância. C.V. Coeficiente de Variação.						

Observa-se que o tratamento com estresse hídrico apresentou quase 1000 indivíduos a menos que as que não sofreram este estresse. Davis et al. (2014) afirmaram que o excesso de água, ou sua escassez, afeta a mobilidade e a sobrevivência dos nematoides. Isto se deve, de acordo com Karssen e Moens (2006), às massas de ovos ficarem expostas no solo em sua maior parte, assim, o J2 ao eclodir se movimenta no solo em direção às raízes, de forma que, com falta de água os mesmos não conseguem infectar a planta, afetando assim a população final. Outra possibilidade é que as plantas estressadas pelo déficit hídrico paralisem o lançamento de novas raízes, notado pela menor média de massa de raiz dos tratamentos estressados (Tabela 3), ou até mesmo que raízes infectadas venham a morrer, diminuindo, desta maneira, a população do patógeno.

Os resultados obtidos indicam que o *M. exigua* causa danos à cultura da seringueira desde seu estágio inicial. O desenvolvimento das mudas é comprometido, ficando desuniformes e pouco vigorosas, assim prejudicando o seringal desde sua instalação, além de serem meio de disseminação de inóculo.

O déficit hídrico pode ser tão prejudicial quanto à infestação do nematoide, já que mudas sadias apresentaram teores de clorofila *a* e *total* inferiores que as mudas inoculadas porém com 100% cc, indicando que há redução da capacidade fotossintética e prejuízo do crescimento das plantas.

5. CONCLUSÕES

É possível concluir que mudas colonizadas com *M. exigua* têm desenvolvimento morfofisiológico comprometido.

O déficit hídrico compromete ainda mais o desenvolvimento de mudas de seringueira infectadas com *M. exigua*.

REFERÊNCIAS

- ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóide do gênero *Meloidogyne*. In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa. 2001. p.39-62.
- BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, página 533, 1981.
- 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.
- ESPERANTE, D. **Produção Borracha Natural Brasileira**. Araraquara: CSBN, 2016. Disponível em: <www.seringueira.com.br/CSBN060616.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia** v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, v. 2. 2012. 255 p.
- GONTIJO, L.N. **Meloidogyne exigua**: distribuição espacial, nível de infestação, mortalidade de seringueiras e controle com plantas antagonistas. 49 p. 2017. Dissertação (Mestrado em Agonomia/Fitopatologia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2017.
- JENKINS, W.R.B. et al. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692. 1964.
- KARSSSEN G. and M. MOENS. 2006. Root-knot nematodes. Pp. 59-90 in Perry, R.N., M. Moens. *Plant Nematology*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- SALLA, L. RODRIGUES, J.C.; MARENCO, R.A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p.159-161, 2007.
- 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.

SOUZA, C.L.F.C. et al. Efeitos do déficit hídrico nas clorofilas a e b de *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae). In CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 64. 2013.

SOUZA, M. **Breve história da Amazônia**. São Roque, Marco Zero, 2001. 174 p.

TAIZ, L. et al. **Plant physiology and development**. Nova Iorque: Sinauer Associates, Inc., 2015. 774 p.

TAKAHASHI, V.S.P. **Inter-relações entre nematoides, fungo e a cultura da seringueira** 96p. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.