

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

**VINICIUS NUNES DE ALMEIDA**

**Controle biológico de *Meloidogyne exigua* em seringueiras (*Hevea brasiliensis*) no  
Triângulo Mineiro**

**Uberlândia – MG**  
**Fevereiro de 2018**

**VINICIUS NUNES DE ALMEIDA**

**Controle biológico de *Meloidogyne exigua* em seringueiras (*Hevea brasiliensis*) no  
Triângulo Mineiro**

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

**Orientador:** Prof. Lísias Coelho

**Uberlândia – MG**

**Fevereiro de 2018**

**VINICIUS NUNES DE ALMEIDA**

**Controle biológico de *Meloidogyne exigua* em seringueiras (*Hevea brasiliensis*) no  
Triângulo Mineiro**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia,  
da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 23 de fevereiro de 2018.

M. Sc. Guilherme Nunes Moreira Costa  
Membro da Banca

Eng. Agro. Ewander Cristóvão de Souza  
Membro da Banca

---

Prof. Lísias Coelho, Ph.D.  
Orientador

## RESUMO

A seringueira é a espécie vegetal lactífera mais produtiva para a obtenção de borracha natural. Nos últimos anos, a heveicultura apresentou um aumento considerável na área produtiva do Brasil. Dentre os problemas fitopatológicos da heveicultura, a ocorrência de nematoide de galha é um dos mais prejudiciais, especialmente, quando se trata de *Meloidogyne exigua*. Tal patógeno causa a destruição do sistema radicular, o definhamento e a morte da seringueira. Este estudo objetivou avaliar o controle biológico de *M. exigua* em seringal em produção no Triângulo Mineiro, MG. O experimento foi em blocos casualizados com 5 repetições. Os produtos usados foram Nemat (*Paecilomyces lilanus*) + Ecotrich (*Trichoderma harzianum*), Nemix (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*) e Gf422 (*Trichoderma asperelloides*) + Rizos (*Bacillus subtilis*) + Ônix (*Bacillus methilotrophicus*), além da testemunha sem tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey 5%) com o auxílio do software SISVAR. Os tratamentos não diferiram estatisticamente, no entanto, o controle biológico apresentou potencial na redução da população de *M. exigua*. O tratamento Nemix (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*) apresentou maior redução, já os tratamentos Nemat (*Paecilomyces lilanus*) + Ecotrich (*Trichoderma harzianum*) e Gf422 (*Trichoderma asperelloides*) + Rizos (*Bacillus subtilis*) + Ônix (*Bacillus methilotrophicus*) obtiveram resultados próximos à testemunha, porém, ligeiramente superiores.

**Palavras-chave:** Nematoide de galha, *Paecilomyces*, *Bacillus*, *Trichoderma*.

# Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	4
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1	Seringueira .....	6
2.2	<i>Meloidogyne exigua</i> em seringueiras.....	6
2.3	Controle Biológico .....	7
2.3.1	Controle Biológico com <i>Trichoderma</i> .....	8
2.3.2	Controle Biológico com <i>Bacillus</i> .....	9
2.3.3	Controle Biológico com <i>Paecilomyces</i> .....	9
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5	CONCLUSÕES.....	18
	REFERÊNCIAS.....	19

## 1 INTRODUÇÃO

A seringueira é uma árvore lactífera da família *Euphorbiaceae*, primeiramente relatada pelos franceses no século XVI, no Vale Amazônico (HAAG, 1983). O gênero *Hevea* inclui 11 espécies que são nativas da região amazônica (Bolívia, Brasil e Peru), mas existem genótipos adaptados para produção de látex em diversas latitudes no Mundo (PIRES et al., 2002). Porém, as condições ótimas para o cultivo são encontradas em climas úmidos e quentes, sendo *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. a espécie mais produtiva deste gênero e popularmente conhecida como seringueira-real, ou seringueira. A borracha natural obtida de seu látex é matéria prima para vários produtos industrializados, como pneus, mangueiras, impermeabilizantes, luvas cirúrgicas, preservativos e abrasivos (DASSIE, 1995; CORNISH, 2001).

O governo brasileiro estimulou o plantio de seringueiras com o Decreto nº 2.453, de 5 de janeiro de 1912 Brasil, que estabeleceu as bases para a pesquisa básica e tecnológica da produção de borracha natural de seringueira (heveicultura). Devido à sua importância econômica e social, o cultivo de *H. brasiliensis* para extração de látex (heveicultura) foi introduzido para levar opções de desenvolvimento a várias regiões brasileiras, o que naturalmente exigiu a seleção de novos clones de seringueira adaptáveis às diversas regiões ecológicas. No entanto, o ciclo de melhoramento genético da seringueira pode levar várias décadas, do cruzamento para obtenção das progênes, à avaliação dos selecionados nas condições de campo até a indicação de um clone comercial. Este inconveniente do melhoramento tradicional impede a liberação regular de clones adaptados e resistentes às doenças da heveicultura (ALVARENGA et al., 2008; GASPAROTTO et al., 1997).

Atualmente no Brasil, são plantados cerca de 140.000 hectares de seringueira (*H. brasiliensis*), que são quase exclusivamente destinados à produção de látex e borracha natural. Atualmente, São Paulo é o principal estado produtor de borracha natural, representando mais de 50% da produção nacional, seguido pelo Mato Grosso (18%) e Bahia (12%). Apesar do aumento da área cultivada nos últimos anos para suprir a demanda por borracha natural no Brasil, as importações ainda são expressivas, especialmente do sudeste asiático. A demanda crescente do mercado torna necessária e estrategicamente importante a produção de borracha natural, sem os entraves de patologias severas (IBGE, 2012).

A heveicultura apresenta vários problemas fitopatológicos, e dentre estes problemas, destaca-se o nematoide de galha, *Meloidogyne exigua* Goeldi 1877, que ocorre em várias locais cultivados com seringueiras. Os danos causados por *M. exigua* são o aparecimento de galhas em profusão nas radículas, que possuem até 8 mm de diâmetro, prejudicando a absorção de água e nutrientes. A presença deste patógeno causa uma má formação das mudas e pode definhhar árvores adultas, causando danos severos ao sistema radicular da seringueira. O reflexo de *M. exigua* é uma baixa produção de látex, com galhas predominando nas raízes mais jovens (SANTOS, 1995).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de alguns organismos de Controle Biológico no manejo de *M. exigua* em seringal em produção no Triângulo Mineiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Seringueira

Esse gênero é nativo da região amazônica, mas seu plantio comercial atualmente se estende para outras áreas do Brasil, como o centro-oeste e sudeste. É uma árvore de hábito ereto, podendo atingir 30 m de altura quando em condições favoráveis. Possui dois períodos distintos, formação e produção, em que a fase de formação e crescimento do seringal vai do plantio até cerca de sete anos de idade, quando se inicia a extração do látex, sendo esta considerada a fase de produção (IAPAR, 2017).

De acordo com Virgens Filho (1983) com a exploração dos seringais nativos em 1841, a borracha ganhou importante papel na economia nacional, e teve seu auge entre os anos de 1880 e 1910, ganhando o posto de segundo produto na pauta de exportações brasileiras. A borracha teve uma enorme expansão da produção na Ásia, e assim o Brasil não conseguiu competir e perdeu a hegemonia devido aos preços impostos pelos países asiáticos. No entanto, em 1950, com o estabelecimento da indústria automobilística no país e o declínio da produção brasileira, houve uma maior demanda da borracha natural, o que fez com que o Brasil passasse a importar (GASPAROTTO et al., 1997).

Segundo Torres (2014), as áreas com seringueiras estão em constante crescimento no Brasil, com uma taxa média de 13,5% ao ano, de 2005 a 2014. Comparando-se com a cultura de maior importância econômica, a soja, cresceu apenas 4,7% em média. No total, a área de seringueira era de aproximadamente 140 mil hectares em 2014.

As características climáticas ideais para o cultivo da seringueira também estão presentes no estado de Minas Gerais, principalmente nas regiões da Zona da Mata e do Cerrado, no Triângulo Mineiro. Fator de destaque dos seringais implantados no estado é a produtividade média em torno de 1.694 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, superior à produtividade dos países asiáticos (ALVARENGA; CARMO, 2008).

### 2.2 *Meloidogyne exigua* em seringueiras

Entre os problemas fitopatológicos da heveicultura, os nematoides figuram entre os mais prejudiciais, direta e indiretamente (SANTOS, 1992). Vários gêneros de

nematoides já foram identificados em raízes de seringueira, porém, os de maior importância econômica são os nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. Atualmente, a espécie mais destrutiva do sistema radicular da seringueira é o nematoide de galha, *Meloidogyne exigua* (SANTOS, 1992; SCHWOB et al., 1999).

Até o momento, ainda não foram relatados clones de seringueira resistentes a este patógeno. Pesquisas indicaram quatro clones representativos da heveicultura (PB235, RRIM600, GT1 e IAN873) e os classificou como altamente susceptíveis, indicando a dificuldade em conseguir materiais com alguma resistência a *M. exigua*. Em São Paulo, onde mais da metade dos seringais está concentrada, grande parte das plantações é composta por RRIM600, um clone de origem asiática reconhecidamente suscetível a *M. exigua* (FONSECA 1999).

### 2.3 Controle Biológico

Segundo Rodrigues et al. (2003), vários nematicidas têm sido retirados do mercado por causa dos efeitos nocivos ao ecossistema, persistência no solo e potencial de contaminação do lençol freático. Uma alternativa para o manejo de fitonematoides é o controle biológico, já que foram relatados mais de 200 organismos considerados inimigos naturais, desde fungos, bactérias, nematoides predadores e outros microrganismos, com a intenção de alcançar resultados mais consistentes e promissores, explorando o potencial dos mesmos (KERRY, 1990; POINAR JUNIOR; JANSSON, 1988a,b).

O controle biológico consiste no uso de organismos vivos para o manejo de pragas e doenças com uma determinada população específica. O foco do controle biológico é controlar as enfermidades presentes no campo, sejam doenças, pragas ou insetos vetores, baseando-se no estudo da relação entre os seres vivos no meio ambiente. Esses inimigos naturais são originados de vários tipos diferentes de seres, como insetos predadores e parasitoides, microrganismos como fungos, vírus e bactérias, sendo eles específicos para determinadas enfermidades. O uso desse tipo de controle se torna aliado do ser humano, pois contribui para a melhoria da qualidade do produto agrícola e não deixa resíduos nos alimentos, além de serem inofensivos ao meio ambiente (EMBRAPA, 2008).

O uso de fungos predadores de nematoides no Brasil vem se tornando cada vez mais frequente, e têm sido constatados por diversos autores (FERRAZ et al., 1992;

MAIA et al., 1993; RIBEIRO et al., 1999; SANTOS, 1991). Segundo Maia et al. (2001), uma importante ferramenta de biocontrole de nematoides é a habilidade dos fungos nematófagos em colonizar a rizosfera.

Os fungos estão presentes em grande número na natureza, e estão espalhados em todo o território brasileiro. Já foram relatadas mais de 140 espécies de fungos nematófagos, e dentre os principais gêneros identificados está *Paecilomyces* (FREITAS et al., 2001). Os fungos nematófagos têm como estratégia de ação infectar e se alimentar de nematoides (PIMENTEL et al., 2009).

Algumas bactérias são bastante estudadas devido à sua capacidade antagonista, sendo efetivas na prevenção e controle de doenças causadas por várias espécies de patógenos (FERREIRA et al., 1991). Espécies de *Bacillus* vêm se destacando como importantes agentes de biocontrole de patógenos habitantes do solo (SILVA, 2015; EMMERT; HANDELSMAN, 1999).

### 2.3.1 Controle Biológico com *Trichoderma*

O gênero *Trichoderma* pertence a divisão *Deuteromycota*, classe *Hyphomycetes*, ordem *Hyprocreales* e família *Moniliaceae*. Espécies desse gênero são grandes agentes de biocontrole e vêm se destacando cada dia mais, devido à sua capacidade de atuar como antagonista de alguns fitopatógenos de importância econômica, além de promover o crescimento vegetal, isso graças à sua versatilidade de ação, como parasitismo, antibiose e competição (HOWELL, 2003; MACHADO et al., 2012; JUNGES et al., 2016).

Este gênero é caracterizado por rápido crescimento e produzir numerosos conídios, facilitando a sua colonização na rizosfera das plantas. Devido ao seu amplo conjunto de ação, são caracterizados por parasitarem ovos e juvenis através da produção de enzimas, promoverem antibiose, competição, promoção de crescimento e também são capazes de induzir os mecanismos de defesa das plantas (HOWELL, 2003).

O uso de *Trichoderma* já foi relatado por vários autores no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne*, agindo diretamente nos ovos e juvenis pelo aumento da atividade de quitinases e proteases, que promovem a degradação da parede celular dos ovos e a indução dos mecanismos de defesa do hospedeiro (SAHEBANI; HADAVI; 2008). Borges et al. (2013) observaram que houve uma diminuição do número de ovos e juvenis de *Meloidogyne incognita* no solo em feijoeiro, além da

redução do número de galhas. Ferreira et al. (2008) e Sharon et al. (2001) concluíram que algumas espécies desse gênero parasitaram ovos de *M. exigua* e *M. javanica*, respectivamente.

### 2.3.2 Controle Biológico com *Bacillus*

Pertencentes à classe Bacilli, ordem Bacillales, família Bacillaceae, as bactérias vêm se destacando como agentes de controle biológico, e dentre elas, o gênero *Bacillus* encontra-se em constante estudo devido à sua capacidade antagonista, demonstrando ação efetiva na prevenção e controle de doenças causadas por várias espécies de patógenos (FERREIRA et al., 1991).

São microrganismos da rizosfera, mais conhecidos como rizobactérias e têm proporcionado defesa contra o ataque de patógenos de solo em plantas (WELLER, 1988). Algumas espécies desse gênero são capazes de promover proteção contra nematoses (SIDDIQUI et al., 2001).

Lanna Filho et al. (2010) mostraram que o uso de *B. subtilis* foi efetivo na redução de enfermidades no campo. Araújo e Marchesi (2009) concluíram que o controle de juvenis e massa de ovos na raiz de tomateiro, sobressaiu ao usar *Bacillus* comparado ao tratamento químico.

O modo de ação de *B. subtilis* sobre o nematoide ainda precisa ser melhor avaliado, porém, o efeito da bactéria sobre os exsudatos radiculares e a consequente desorientação do nematoide devem ser considerados (ARAÚJO et al., 2012). Sharma e Gomes (1996) relataram que *B. subtilis* produziu endotoxinas que interferiram no ciclo reprodutivo dos nematoides, principalmente na oviposição e eclosão dos juvenis.

### 2.3.3 Controle Biológico com *Paecilomyces*

O gênero *Paecilomyces* pertence à divisão *Eumycota*, classe *Deuteromycetes*, ordem *Moniliales* e família *Moniliaceae*. Os conidióforos deste gênero são ramificados em grupos de bifurcações irregulares, têm cerca de 600 µm de comprimento e desenvolvem grupos de correntes laterais (DOMSCH et al., 1980).

O fungo é frequentemente isolado em ovos e nas fêmeas de *Meloidogyne*, devido à capacidade de poder ser isolado na maioria dos solos agrícolas. O parasitismo de *P.*

*lilacinus* é facultativo, podendo infectar nematoides nas fases móveis (J2), fêmeas sedentárias ou mais agressivamente ovos (JACOBS, 2002).

Este fungo tem apresentado potencial como agente de controle biológico do nematoide de galha *M. incognita* em banana (JONATHAN; RAJENDRAN, 2001). O controle se dá pela penetração do micélio na matriz de ovos das fêmeas adultas (JATALA et al., 1979), além dos filtrados deste fungo possuírem efeito tóxico sobre adultos de *Meloidogyne* sp. (DEVRAJAN; SEENIVASAN, 2002).

Ao comparar o efeito do controle químico com a utilização de carbofuran e o controle biológico com o fungo *P. lilacinus*, Devrajan e Rajendran (2001) verificaram que o controle químico efetivo com carbofuran foi obtido 150 dias após a aplicação, obtendo 129 nematoides por 5 g de raiz. Com a aplicação de *P. lilacinus* neste estágio, o hospedeiro apresentou uma população de 143,3 nematoides por 5 g de raiz, quase comparável ao resultado obtido quando aplicado o carbofuran (STOLF, 2006).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural localizada no Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, em uma área cultivada com o clone RRIM 600. Depois de constatada a infestação do fitonematoide *Meloidogyne exigua* na propriedade, foram coletadas amostras de solo e de raízes, na área de projeção da copa de plantas, em dois pontos, a uma profundidade de aproximadamente 0 a 20 cm com auxílio de um enxadão.

O experimento foi instalado em DBC (Delineamento em Blocos Casualizados). Cada tratamento foi composto de 4 repetições com três linhas com 20 plantas, sendo considerada como área útil, a linha central, com 20 plantas. O fator heterogêneo que determinou os blocos foi a infestação por *M. exigua*, ou seja, o ensaio foi distribuído em blocos de acordo com o grau de infestação inicial presente na área. Os produtos utilizados no experimento foram: Nemat (*Paecilomyces lilacinus*) + Ecotrich (*Trichoderma harzianum*), Nemix (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*) e Gf422 (*Trichoderma asperelloides*) + Rizos (*Bacillus subtilis*) + Ônix (*Bacillus methilotrophicus*), além da testemunha, sem tratamento.

As amostras foram realizadas na projeção da copa da 7ª, 10ª e 13ª árvore de cada parcela, que contém 20 árvores. Ao final da amostragem de cada parcela, as amostras foram misturadas para compor a amostra composta, que continha em torno de 500 g de solo e 50 g de raízes. Foram feitas 3 pulverizações de nematicidas biológicos no experimento. Antes das aplicações foram feitas amostragens para estimativa da população inicial de *M. exigua*, e após 3 aplicações com intervalo de 30 dias cada, foi amostrado novamente para quantificação da população final após a aplicação.

As amostras compostas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Uberlândia para processamento e determinação da população do nematoide em cada momento de avaliação do ensaio através das técnicas de flutuação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e do liquidificador doméstico (BONETTI; FERRAZ, 1981).

Para a extração dos nematoides do solo, foi retirada uma alíquota de 150 cm<sup>3</sup> de solo de cada amostra. A alíquota foi misturada por 15 segundos em aproximadamente 2 litros de água. A suspensão foi vertida em peneiras sobrepostas de 20 e 400 mesh. O resíduo de solo e nematoides retidos na peneira de 400 mesh foi coletado e centrifugado

por 5 minutos à velocidade de 650 gravidades. Após a centrifugação, o sobrenadante foi cuidadosamente descartado e uma solução de sacarose (454 g L<sup>-1</sup> açúcar cristal) foi adicionada ao resíduo, e novamente centrifugada à mesma velocidade, durante 1 min. O sobrenadante foi cuidadosamente vertido na peneira de 500 mesh. O resíduo da peneira foi recolhido para compor uma suspensão que continha no máximo 40 mL. Uma alíquota da suspensão obtida foi colocada na câmara de contagem de Peters ao microscópio fotônico e estimada a população de *Meloidogyne exigua*.

A técnica do liquidificador doméstico é um método simples que consiste basicamente em pesar o material vegetal a ser processado (no caso do presente trabalho o material vegetal coletado foi raízes de *H. brasiliensis*), fragmentá-lo em pedaços menores para facilitar a trituração feita pelo liquidificador, adicionar os fragmentos vegetais e água ou solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de cloro ativo até cobrir todo o material no liquidificador. O liquidificador foi ligado por um período de 20 a 60 segundos. A suspensão obtida foi despejada em uma peneira de 200 mesh sobreposta a uma de 500 mesh. O resíduo retido na peneira de 500 mesh foi recolhido com o auxílio de uma pisseta. Esse resíduo seguiu para flotação em solução de sacarose, para processamento e posterior leitura.

Os dados coletados foram submetidos a testes de pressuposições verificando a aditividade do modelo, a normalidade dos resíduos e a heterogeneidade das variâncias utilizando o programa SPSS vs. 20 (IBM CORP, 2011). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados obtidos com o uso do controle biológico após as aplicações, nota-se que a população de *Meloidogyne exigua* diminuiu, entre as duas épocas de avaliação, em todos os tratamentos, incluindo a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1 – Variação da população de *M. exigua* em seringal com 9 anos de idade. Uberlândia. 2018

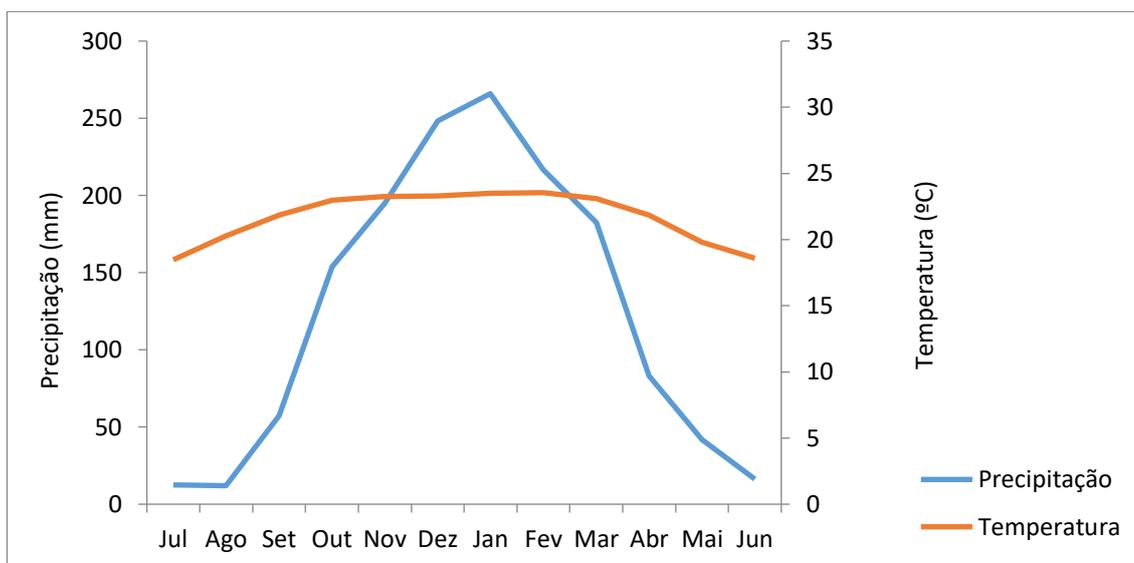
Tratamentos	Médias em 150 cm <sup>3</sup> de solo + 1g de raiz	
	População Inicial	População Final
<i>T. asperelloides</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. methylotrophicus</i>	22.454 Aa	10.465 Ba
<i>P. lilacinus</i> + <i>T. harzianum</i>	20.396 Aa	9.176 Ba
<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	25.293 Aa	6.146 Ba
Testemunha	33.301Aa	11.670 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A população de *Meloidogyne exigua* diminuiu notavelmente entre a primeira amostragem até 30 dias após a última pulverização dos produtos. Como houve redução populacional na testemunha, sem aplicação de qualquer produto para controle da nematose, há uma indicação de variação ambiental, como a redução da pluviosidade do solo e também da umidade, o que pode ter contribuído para redução em todos os tratamentos (Figura 1). No período avaliado não foram observados efeito significativos dos agentes de controle biológico.

A população inicial de *M. exigua* se apresenta estatisticamente igual no início do presente experimento, fato desejável entre os diferentes tratamentos para uma avaliação comparativa após a aplicação dos produtos. No entanto, ao final do período de avaliação, nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos comparados à testemunha na redução da população do nematoide.

Figura 1. Dados de temperatura e precipitação históricos no município onde se desenvolveu o presente trabalho. Fonte: Alvares et al. (2014).



De acordo com a redução da população, verificou-se que o tratamento usando “*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*” obteve maior redução porcentual e também menor Fator de Reprodução, em comparação com a testemunha, considerando a população da testemunha como 100% para comparação com os demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 – Demonstração da Redução populacional de *Meloidogyne exigua* no tempo, Redução Relativa e Fator de Reprodução em relação à testemunha. Uberlândia. 2018

Tratamentos	Redução (%)	Redução Relativa (%)	FR
<i>T. asperelloides</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. methilotrophicus</i>	54,94	102,48	0,45
<i>P. lilacinus</i> + <i>T. harzianum</i>	54,91	102,42	0,45
<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	75,54	140	0,24
Testemunha	53,61	100	0,46

Obs.: Redução (%): (População Final x 100% / Pop Inicial), Redução Relativa: Considerando a testemunha como 100%.

No experimento em campo, notava-se a presença de serapilheira, que pode ter contribuído na redução da população de *M. exigua*. Vários são os efeitos atribuídos à matéria orgânica sobre as populações de fitonematoides do solo. Almeida (2008) relata que o principal efeito da presença de matéria orgânica é a multiplicação de populações dos inimigos naturais dos nematoides, como fungos e bactérias nematófagas, nematoides predadores e protozoários. Ocorre ainda a liberação de compostos tóxicos com ação nematicida, como o ácido butírico e ácidos graxos voláteis.

Souza et al. (2006) avaliaram o efeito de diversas adubações orgânicas sobre *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeiras, e observaram que, especialmente quando usaram esterco bovino, a população do nematoide no solo reduziu acentuadamente, mantendo a produtividade do pomar semelhante a plantios isentos do nematoide.

Silva et al. (2017) observaram que a densidade populacional e o fator de reprodução de *M. incognita* em tomateiro, foram afetados quando usaram um produto biológico comercial que era constituído de *B. licheniformis* + *B. subtilis* + *T. longibrachiatum*, semelhante ao tratamento que mais reduziu a população de *M. exigua* no presente experimento.

O uso conjunto de *B. subtilis* e *B. licheniformis* pode apresentar sinergismo, pois apresentou a maior redução da população e, podem ser usados para redução da população de nematoides de galhas. Entretanto, mais pesquisas com este tema são necessárias.

Borges et al. (2013) concluíram que a aplicação de *Trichoderma* diminuiu o número de ovos e juvenis no solo e número de ovos de *M. incognita* no sistema radicular de *Phaseolus vulgaris* com aplicação do agente biológico via solo. Constataram também que houve uma redução do número de galhas de 67,3% com a aplicação do fungo.

Ferreira et al. (2008), ao testarem isolados de *Trichoderma* spp. em nematoides do gênero *Meloidogyne*, notaram que todos os nove isolados testados foram significativos, parasitando ovos de *M. exigua*. Já Sharon et al. (2001) realizaram testes em casa de vegetação com *Trichoderma harzianum* e concluíram que houve redução no número de ovos de *M. javanica*.

Santin (2008) verificou que tanto individualmente quanto com a presença de *P. lilacinus*, um isolado de *T. harzianum* foi capaz de diminuir o número de galhas de *Meloidogyne* em plantas de feijão cv. Engopa Ouro. Ao usar arroz em tratamento com o fungo *P. lilacinus* em substratos infestados de *M. javanica*, reduziu-se o número de

galhas por grama de raiz em relação ao tratamento onde foi adicionado apenas o fungo (FREITAS et al., 1999). O arroz pode ter sido fonte de energia para *P. lilacinus*, pois, de acordo com Mankau (1981), os fungos necessitam crescer e distribuir-se pelo solo ou rizosfera, antes que ocorra o parasitismo do nematoide, e tal processo envolve gasto de energia.

Santiago et al. (2007) testaram alguns isolados de *P. lilacinus* para controle de *M. paranaenses* em cafeeiro, e concluíram que os isolados reuniram características para o combate do patógeno, sendo capazes de reduzir o número de ovos nas raízes, no entanto, para o controle de juvenis, alguns isolados não conseguiram impedir o seu desenvolvimento, permitindo o aumento da população de nematoides no solo. Carneiro e Gomes (1993) constataram resultados semelhantes ao testar isolados de *P. lilacinus* em ovos de *M. javanica* “in vitro”, no qual os ovos imaturos foram mais sensíveis à colonização do fungo comparado aos ovos que continham embriões móveis, e concluíram que alguns isolados apresentaram uma capacidade de parasitismo de cerca de 100% em ovos imaturos e superior a 60% para os ovos maduros. De acordo com Morgan-Jones e Rodriguez-Kábana (1985), devido à sua mobilidade, os estádios juvenis são menos vulneráveis ao ataque pelo micélio dos fungos. La Mondia e Brodie (1984), afirmam que ovos nos estádios iniciais do desenvolvimento embriogênico são mais facilmente parasitados comparados aos juvenis de segundo estágio já formado. Nunes et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes na redução do número de ovos de *M. incognita* na cultura da soja usando o agente de biocontrole *P. lilacinus*, além de ter favorecido a produção de matéria seca das raízes de soja.

Evidencia-se que tanto o uso de *T. harzianum* quanto o uso de *P. lilacinus* tem capacidade de controlar algumas espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* em culturas diferentes. Relata-se também o uso conjunto dos dois fungos, no qual foram obtidos resultados positivos no controle deste grupo de patógeno. Alguns autores afirmam que o uso de arroz associado ao fungo *P. lilacinus* contribui para sua eficiência, pois fornece energia para se instalar no solo e rizosfera antes de realizar o parasitismo no patógeno. No presente estudo, o tratamento no qual foram usados os dois fungos em conjunto não foi diferente dos demais tratamentos, incluindo a testemunha.

Chaves (2015) ao usar três espécies de *Trichoderma* no controle de *M. enterolobii* em alface, evidenciou o potencial antagônico desse gênero, incluindo a espécie *T. asperelloides*, havendo redução de galhas e massas de ovos.

Devido à redução da população da testemunha e não diferindo estatisticamente, os tratamentos com agentes de biocontrole tiveram um pequeno efeito adicional na redução, indicando sua possível eficiência sobre *M. exigua*. De modo geral, dados da literatura têm mostrado que os agentes são eficientes no controle de nematoides.

Trata-se de um primeiro teste envolvendo a aplicação desses produtos, especificamente em seringueira infestada por *M. exigua*, no qual foram obtidos resultados promissores, porém, são necessários novos estudos e pesquisas nessa área.

## 5 CONCLUSÕES

Os produtos avaliados para o controle biológico de *Meloidogyne exigua* em seringueira não obtiveram ação significativa na redução da densidade populacional deste fitonematoide.

A redução da população de *M. exigua* pode ser explicada por variações ambientais que desfavoreceram o patógeno.

O tratamento com maior redução relativa foi *B. subtilis* + *B. licheniformis*. Os demais tratamentos, *P. lilacinus* + *T. harzianum* e *T. asperelloides* + *B. subtilis* + *B. methylotrophicus*, apresentaram redução da população em menor escala, próximos à testemunha.

Mais estudos em seringueira infectada com *M. exigua*, precisam ser feitos para confirmar o potencial uso dos agentes de controle biológico.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J. **O nematóide de galha da goiabeira (*Meloidogyne mayaguensis* Ramah & Hirschmann, 1988): identificação, hospedeiros e ação patogênica sobre goiabeiras.** 2008. 95 f. Tese de Doutorado (Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2008
- ALVARENGA, A.P.; CARMO, C.A.F.S. **Seringueira.** Viçosa: Epamig, 2008. 894 p.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p. 711-728, 2014.
- ARAÚJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 220-224, 2012.
- ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1558-1561, 2009.
- BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, p.553,1981.
- BORGES, F. G.; BATISTTUS, A. G.; MULLER, M. A.; MIORANZA, T. M.; KUHN, O. J. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Scientia Agraria Paranaensis**, Mal. Cdo. Rondon, v. 12, suplemento, p. 425-433, 2013.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; GOMES, C. B. Metodologia e testes de patogenicidade de *Paecilomyces lilacinus* e *P. fumosoroseus* em ovos de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Pelotas, v. 17, n. 1, p. 66-75. 1993.
- CHAVES, P. P. N. Qualidade de mudas de alface inoculadas com *Trichoderma* e reação de plantas adultas de alface a nematoides de galhas na presença de *Trichoderma*. Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015.
- CORNISH, K. Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species. **Phytochemistry**, v. 57, p. 1123-1134. 2001.
- DASSIE, C. A realidade das seringueiras no Brasil. **Silvicultura**, v. 16, p. 27-28. 1995.
- DEVRAJAN, K.; RAJENDRAN, G. Effect of the fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Sanson on the burrowing nematode, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne in Banana. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, Monheim, v.7, n.2, p.171-173, 2001.
- DEVRAJAN, K.; SEENIVASAN, N. Biochemical changes in banana roots due to *Meloidogyne incognita* infected with *Paecilomyces lilacinus*. **Current Nematology**, Bigleswade, v.13, n.1. p. 1-5, 2002.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. H. **Compendium of soil fungi.** CRC Press, London. 1980. 630 p.

- EMBRAPA. **Controle Biológico**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Parque Estação Biológica. Brasília. p. 2. 2008.
- EMMERT, E. A. B.; HANDELSMAN, J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 171, n. 1, p. 1-9, 1999.
- FERRAZ, S.; MAIA, A. S.; MUCHOVEJ, J. J.; SANTOS, J. M. Detecção isolamento, identificação e avaliação *in vitro* da capacidade predatória de fungos nematófagos de solos brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1992. p. 85-86.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, J. H. S.; MATTHEE, F. N.; THOMAS, A. C. Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 3, p. 238-287, 1991.
- FERREIRA, P.A.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FREITAS, L.G. Parasitismo de ovos de *Meloidogyne exigua* por fungos nematófagos e estudo de compatibilidade entre isolados fúngicos. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Viçosa, v.2, n.3, p.15, 2008.
- FREITAS, L. G. Rizobactérias versus nematoides, in: REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS, 7. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, pp. 25-35. 2001.
- FREITAS, L. G.; FERRAZ, S.; ALMEIDA, A. M. S. Controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro pela produção de mudas em substrato infestado com *Paecilomyces lilacinus*. **Nematologia Brasileira** v. 23, p. 65-73. 1999.
- GASPAROTTO, L.; SANTOS, A.F.; PEREIRA, J.C.R.; FERREIRA, F.A. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa. p. 168. 1997.
- HAAG, H. P. **Nutrição e adubação da seringueira no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 116 p.
- HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, St. Paul, v. 87, n. 1, p. 4-10, 2003.
- IAPAR, **O cultivo da Seringueira** (*Hevea spp.*). Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/cultsering.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/cultsering.pdf)>. Acesso em 01 Ago 2017.
- JACOBS, P. **Nematophagous fungi**: Guide by Philip Jacobs, BRIC version, 2002. Disponível em: <<http://www.biological-research.com/philip-jacobs%20BRIC/pa-lila.htm>>. Acesso em 01 Ago 2017.
- JATALA, P.; KALTENBACH, R.; BOWNGEL, M. Biological control of *Meloidogyne incognita* acrita and *Globodera pallida* on potatoes. **Journal Nematology**, Hanover, v. 11, p. 303, 1979.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal flotation technique for extracting nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Alexandria, v. 48 n. 692. 1964.

- JONATHAN, E. I.; RAJENDRAN, G. Biocontrol potential of the parasitic fungus *Paecilomyces lilacinus* against the root knot nematode *Meloidogyne incognita* in banana. **Journal of Biological Control**, v. 14, p. 67-69. 2001.
- JUNGES, E.; MUNIZ, M. F.; MEZZOMO, R.; BASTOS, B.; MACHADO, R. T. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente** v. 23(2), n. 237-244. 2016.
- KERRY, B. R. An assessment of progress toward microbial control of plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v. 22, n. 4, p. 621-631, 1990. Supplement.
- LA MONDIA, J. A.; BRODIE, B. B. An observation chamber technique for evaluating potential biocontrol agents of *Globodera rostochiensis*. **Journal of Nematology**. v.16, n.1, p.112-115. 1984.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 4, n. 2, p. 12, 2010.
- MACHADO, D. F. M.; FRANCINI, R. P.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias – v. 35**, n. 1, p. 26: 274-288. 2012.
- MAIA, A. S.; FERRAZ, S.; DALLA PRIA, M. S. Detecção, isolamento e identificação de *Monacrosporium* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 1993, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal, 1993. p. 69.
- MAIA, A. S.; SANTOS, J. M.; DI MAURO, A. O. Estudo *in vitro* da habilidade predatória de *Monacrosporium robustum* sobre *Heterodera glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 732-736, 2001.
- MANKAU, R. Microbial control of nematodes 1981. In: FREITAS, L. G.; FERRAZ; A. S. ALMEIDA, Controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro pela produção de mudas em substrato infestado com *Paecilomyces lilacinus*. **Nematologia Brasileira** 23. p. 65-73. 1999.
- MORGAN-JONES, G.; RODRIGUEZ-KÁBANA, R. Phytonematode pathology fungal modes of action. A perspective. **Nematropica**. v.15, p.107-14, 1985.
- NUNES, H. T.; MONTEIRO, A. C.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 403-409, 2010.
- PIMENTEL, M. S.; PEIXOTO, A. R.; PAZ, C. D. Potencial de controle biológico de *Meloidogyne* utilizando fungos nematófagos e bactérias em cafeeiros. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 84-92. 2009.
- PIRES, J.M.; SECCO, R.S.; GOMES, J.I. **Taxonomia e fitogeografia das seringueiras (*Hevea* spp.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. 103 p.
- POINAR JUNIOR, G. O.; JANSSON, H. (Ed.). **Diseases of nematodes**. Boca Raton: CRC, 1988a. v. 1, 149 p.

- RIBEIRO, R. C. F.; FERRAZ, S.; MIZOBUTI, E. H. Avaliação da eficiência de isolados de *Monacrosporium* spp. no controle de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p. 48-61, 1999.
- SAHEBANI, N.; HADAVI, N. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 2016- 2020, 2008.
- SANTIAGO, D. C.; CADIOLI, M. C.; OLIVEIRA, A. D.; PAES, V. S.; ARIEIRA, G. O. **Avaliação da patogenicidade de *Paecilomyces lilacinus* sobre *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro**. Disponível em: [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio5/p273.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio5/p273.pdf). Acesso 13 de setembro de 2017.
- SANTIN, R. C. M. **Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris***. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.
- SANTOS, J.M.; MATTOS, C.; BARRE, L.; FERRAZ, S. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações E. Michelin, em Rondonópolis, MT. CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 17. Lavras. Sociedade Brasileira de Fitopatologia 1992. p. 75.
- SANTOS, J.M. *Meloidogyne exigua* e *Botryodiplodia theobromae*, principais componentes bióticos de uma doença complexa da seringueira em Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p.341, 1995.
- SANTOS, M. A. **Deteção, identificação e avaliação do potencial antagonista de fungos nematófagos presentes em solos do Brasil**. 1991. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1991.
- SCHWOB, I.; DUCHER, M.; COUDRET, A. Effects of climatic factors on native arbuscular mycorrhizae and *Meloidogyne exigua* in a Brazilian rubber tree (*Hevea brasiliensis*) plantation. **Plant Pathology**, v. 48, p. 19-25. 1999.
- SHARMA, R. D.; GOMES, A. C. Effect of *Bacillus* spp. toxins on oviposition and juvenile hatching of *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, n. 1, p.53- 62, 1996.
- SHARON, E.; BAR-EYAL, M.; CHET, I. HERRERA-ESTRELLA, AA.; KLEIFELD, O.; SPIEGEL, Y. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, v.91, p.687-693, 2001.
- SIDDIQUI, Z.A.; IQBAL, A.; MAHMOOD, I. Effects of *Pseudomonas fluorescens* and fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. **Applied Soil Ecology**, v.16, p.179- 185, 2001.
- SILVA, J. O. ***Meloidogyne incognita* na cultura do tomate: levantamento e manejo com produtos biológicos**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em...) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- SILVA, J. O.; SANTANA, M. V.; FREIRE, L. L.; FERREIRA, B. da S.; ROCHA, M. R. Agentes de controle biológico no manejo de *Meloidogyne incognita* em tomate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47 n.10 2017 Epub 10 de agosto de 2017.

SOUZA, A.D.; OLIVEIRA, R.S.; FURTADO, E.L; KAGEYAMA, P.Y.; FREITAS, R.G.; FERRAZ, P.A. **Seringueira *Hevea brasiliensis* (Wild. Ex A. Juss.) Mull. Arg.**. Disponível em:

<[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/books/bshanley1001/137\\_145.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/books/bshanley1001/137_145.pdf)>.

SOUZA, R.; NOGUEIRA, M. S.; LIMA, I. M.; MELARATO, M.; DOLINSKI, C. M. Manejo do nematoide das galhas da goiabeira em São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n.2, p.165-169. 2006.

STOLF, E. **Efeito de re-inoculações de fungos endofíticos sobre o controle do nematóide carvenícola da bananeira**. 2006. Total de folhas. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Turrialba, 2006.

TORRES, A. **Quedas nos preços do látex podem diminuir o ritmo de crescimento da produção de seringueira no país**. 2014. Disponível em:

<<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/39248/quedas-nos-precos-do-latex-podem-diminuir-o-ritmo-de-crescimento-da-producao-de-seringueira-no-pais.htm>>. Acesso em 01 Ago 2017.

VIRGENS FILHO, A.C. **Programa regional de pesquisas – seringueiras**. Ilhéus, 1983.

WELLER, D.M. Biological control of soil borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.26, p.379-407, 1988.