



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTOS DE FITOPATOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOPATOLOGIA

**MANEJO DE *Meloidogyne enterolobii* EM GOIABEIRA COM
PRODUTOS BIOLÓGICOS E MANIPUEIRA**

FERNANDA DE LIMA MESQUITA

Brasília – DF

2016

FERNANDA DE LIMA MESQUITA

**MANEJO DE *Meloidogyne enterolobii* EM GOIABEIRA COM
PRODUTOS BIOLÓGICOS E MANIPUEIRA**

Dissertação apresentada à
Universidade de Brasília como
requisito parcial para a obtenção
do título de Mestre em
Fitopatologia pelo Programa de
Pós-Graduação em Fitopatologia.

Orientador

Prof. Cleber Furlanetto

**BRASÍLIA
DISTRITO FEDERAL – BRASIL**

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Mesquita, Fernanda de Lima.

Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira/Fernanda de Lima Mesquita

Brasília, 2016. Número de páginas 113 p.:

Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

1. Fitopatologia – Nematologia

I. Universidade de Brasília. PPG/FIT

II. Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira/
Fernanda de Lima Mesquita

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
Qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

À Deus por essa maravilhosa oportunidade do estudo, por sempre estar comigo em todos os momentos, por me dar forças para sempre seguir em frente e alcançar os meus objetivos.

Talvez não existam palavras suficientes que me permitam agradecer, com o devido merecimento, a todos que estiveram envolvidos comigo na realização deste trabalho.

Ao meu noivo, Gustavo, por estar lado a lado, em cada momento durante essa caminhada, principalmente pelo amor, dedicação e paciência quando o percurso se tornava difícil. Por segurar na minha mão nessas horas e com olhar confiante mostrando-me: Tudo vai dar certo! Obrigada amor, te amo!

Aos meus pais, Robson e Divina. Pai, obrigada pelo seu apoio, amor e esforço durante toda minha vida para chegar até aqui. Mãe, obrigada por me ensinar a ser forte, a enfrentar os desafios e sempre seguir em frente. Por sempre acreditar em mim, que vou realizar, com sucesso, as escolhas que eu fizer. Amo vocês!

Ao meu irmão, Humberto, pela amizade, carinho, companhia sempre agradável e divertida, deixando nossos encontros com um colorido sem igual.

Aos meus sogros, Marcus e Ruth. Marcus, obrigada pela sua disposição sempre em me ajudar, desde as caronas a abrir as portas do seu espaço de trabalho para que tudo isso se tornasse realidade. Muito carinho e gratidão tenho por você. A você Ruth, por esse olhar de crédito e incentivo, pelo seu interesse por mim e pelo que eu faço. Por seu tempo dedicado a conversar e ouvir. Muito amor e gratidão!

À grande amiga tão querida, minha psicóloga Jane Campos, por me ajudar em momentos às vezes tão difíceis, por escutar meus desabafos, entre choros e risos. Por me

ajudar a manter o equilíbrio, me dando forças e clareando os melhores caminhos para que eu pudesse atingir meus objetivos. Sou eternamente grata por fazer parte da minha vida!

Ao Cleber, meu orientador, pela atenção e tempo dedicados, pelos ensinamentos e por todo o apoio durante o desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigada!

À amiga, Patrícia Honorato, pela grande ajuda, companhia durante o desenvolvimento dos experimentos, pela amizade, força, conversas e boas risadas.

À amiga Amanda Chaibub e sua mãe Zahia, por terem me dado tanto apoio assim que me mudei para Brasília. À amiga Tânia que esteve presente em momentos de alegria e dificuldades no pensionato.

À grande amiga Emiliana, pelo carinho, atenção, companheirismo e disponibilidade. Sempre presente em momentos de alegrias e tristeza.

Ao Fellipe, por cuidar tão carinhosamente de um pedido meu, investindo tempo do seu trabalho. Obrigada!

Aos amigos William, Déborah Oliveira e Cecília, que de alguma forma estiveram presentes e demonstrando uma grande amizade em todos os momentos.

Aos amigos de laboratório Daniela, Pimentel, Larissa, Carina e Kamila pela amizade e troca de conhecimentos.

Aos colegas e amigos de turma de mestrado Leilane, Bruna, Bruno, Thaís, Moana, Deborah Mesquita, Érica, Ana Sofya e Thiago, pelos momentos de estudo, tensão, distração e alegria compartilhada ao longo do curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia pelos ensinamentos transmitidos em sala de aula e aos técnicos laboratoristas que contribuíram sempre que precisei.

Ao Sr. Fábio e Evandro, por me ajudarem tanto durante todo o período com os experimentos na Estação Experimental Biológica da UnB pela atenção, disponibilidade, receptividade e transmissão de conhecimentos. À Dn^a Olinda, pelo carinho e horas de conversas.

À Universidade de Brasília, ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia pela oportunidade de realização do curso de mestrado e à Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Sr. Ronaldo da Fecularia Panero, por ceder toda a manipueira utilizada nos experimentos. À Regina também da Fecularia Panero, pela disponibilidade em me receber todos os meses.

Ao Sr. Erli Röpke da Empresa FruCafé por ceder todas as mudas para os ensaios em vasos, pela atenção e disponibilidade para a realização da pesquisa.

Ao prof. Dr. Leandro Grassi por ceder o produto biológico Rizotec. Ao Grupo Farroupilha por ceder os produtos biológicos Rizos e Quality. À FMC por ceder o nematicida. Ao Dr. Marcos Freitas pela atenção e ensinamentos. Agradeço a todas as empresas que estiveram envolvidas na realização dessa pesquisa.

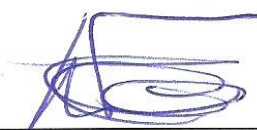
Sou muito grata a todos, amigos e colegas, que direta ou indiretamente contribuíram para meu crescimento profissional, pessoal e espiritual durante o curso.

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Dr. **Cleber Furlanetto** com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES).

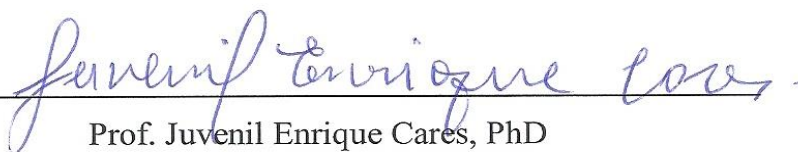
**MANEJO DE *Meloidogyne enterolobii* EM GOIABEIRA COM
PRODUTOS BIOLÓGICOS E MANIPUEIRA**

FERNANDA DE LIMA MESQUITA

DISSERTAÇÃO APROVADA em 19 / 12 / 2016 por:



Prof. Cleber Furlanetto, PhD
Examinador (orientador)



Prof. Juvenil Enrique Cares, PhD
Examinador (membro interno)



Prof. Mara Rúbia da Rocha, Ds
Examinador (membro externo)

BRASÍLIA – DISTRITO FEDERAL

BRASIL

2016

SUMÁRIO

RESUMO GERAL -----	xiv
Abstract -----	xvi
1. INTRODUÇÃO GERAL -----	01
2. REVISÃO DE LITERATURA -----	03
2.1. A CULTURA DA GOIABA -----	03
2.1.1. Histórico e Origem -----	03
2.1.2. Clima e Solo -----	03
2.1.3. Aspectos botânicos da goiabeira -----	04
2.1.4. Reprodução e Propagação -----	05
2.1.5. Características nutricionais dos frutos -----	06
2.1.6. Cultivares comerciais -----	07
2.1.6.1. Cultivar Cortibel -----	07
2.1.7. Importância econômica e produção mundial da goiaba -----	08
2.2. PRAGAS E DOENÇAS DA GOIABEIRA -----	09
2.2.1. Nematoides parasitas da goiabeira -----	10
2.2.2. Nematóide das galhas radiculares -----	11
2.2.2.1. Classificação e características gerais -----	11
2.2.2.2. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp. -----	12
2.2.2.3. Técnicas utilizadas na identificação de <i>Meloidogyne</i> spp. -----	14
2.2.2.4. <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	15
2.3. CONTROLE DE FITONEMATOIDES -----	17
2.3.1. Composição química e orgânica da manipueira -----	18
2.3.2. Aplicações da manipueira na agricultura -----	23
2.3.2.1. Manipueira no controle de nematoides fitoparasitas -----	24
2.3.3. Controle Biológico -----	25
2.3.3.1. <i>Pochonia chlamydosporia</i> como agente de controle biológico -----	29
2.3.3.2. <i>Trichoderma</i> spp. como agentes de controle biológico -----	30
2.3.3.3. <i>Bacillus subtilis</i> como agente de controle biológico -----	32
3. MATERIAL E MÉTODOS -----	34
3.1. ENSAIO EM CAMPO -----	34
3.1.1. Caracterização da área experimental -----	34

3.1.2.	Determinação da composição química e física do solo da área experimental - -----	35
3.1.3.	Coleta de amostras de solo para análise nematológica -----	35
3.1.4.	Extração de J2 de <i>Meloidogyne enterolobii</i> de amostras de solo e quantificação -----	36
3.1.5.	Identificação de <i>Meloidogyne enterolobii</i> em raízes de goiabeira -----	37
3.1.6.	Coleta de manipueira -----	38
3.1.7.	Aplicação dos tratamentos -----	38
3.1.8.	Avaliação -----	40
3.1.8.1.	Quantificação de J2 de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	40
3.1.8.2.	Análise química da manipueira -----	40
3.1.8.3.	Massa de 20 frutos -----	41
3.2.	ENSAIO EM CONDIÇÃO CONTROLADA -----	41
3.2.1.	Caracterização do ensaio -----	41
3.2.2.	Coleta, purificação, identificação e multiplicação de <i>Meloidogyne enterolobii</i> em tomates -----	41
3.2.2.1.	Coleta -----	41
3.2.2.2.	Purificação e multiplicação do inóculo -----	42
3.2.2.3.	Identificação -----	42
3.2.2.4.	Renovação do inóculo -----	42
3.2.3.	Obtenção e plantio de mudas de goiabeira -----	42
3.2.4.	Extração de ovos de <i>Meloidogyne enterolobii</i> para inoculação em goiabeiras -----	43
3.2.5.	Inoculação de ovos de <i>Meloidogyne enterolobii</i> em goiabeiras -----	43
3.2.6.	Delineamento experimental -----	44
3.2.7.	Aplicação dos tratamentos -----	44
3.2.8.	Análise Estatística -----	45
3.2.9.	Avaliação -----	45
3.2.9.1.	Massa da raiz -----	45
3.2.9.2.	Galhas e massas de ovos em raízes de goiabeiras -----	45
3.2.9.3.	Análise da infecção de raízes por escala de notas -----	45
3.2.9.4.	Extração de ovos e J2 de raízes de goiabeiras -----	46
3.2.9.5.	Extração de J2 de solo -----	46
4.	RESULTADOS -----	47

4.1.	Ensaio em Campo -----	49
4.1.1.	Análise química e física de solo -----	49
4.1.2.	Avaliação populacional de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	49
4.1.3.	Variáveis de produção -----	52
4.2.	Ensaio em Condições Controladas -----	54
5.	DISCUSSÃO -----	61
5.1.	Manipueira: composição e efeito sobre plantas e solo -----	61
5.2.	Análise geral dos tratamentos e testemunha negativa -----	64
5.3.	Manipueira no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	65
5.4.	<i>Pochonia chlamydosporia</i> no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	66
5.5.	<i>Trichoderma asperellum</i> no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	67
5.6.	<i>Bacillus subtilis</i> no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	68
5.7.	Combinações de produtos no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	69
6.	Considerações finais -----	72
7.	CONCLUSÕES -----	74
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área plantada (% em ha/região) e produção de goiaba (mil toneladas) em diferentes regiões brasileiras em 2012 -----	09
Figura 2: Hidrólise enzimática de linamarina – cianogênese -----	22
Figura 3. Perfis de esterase (EST) de <i>Meloidogyne</i> spp. (A) <i>M. javanica</i> usado como padrão de EST – Fenótipo J3; (B), (C), (D) <i>M. enterolobii</i> – Fenótipo M2, da população utilizada neste estudo -----	47
Figura 4. Flutuação populacional de estádios infectantes J ₂ de <i>Meloidogyne enterolobii</i> em amostras de 300cc de solo, coletadas em goiabeiras individuais em ensaio de campo, antes e após o início dos tratamentos -----	51
Figura 5. Porcentagem de redução de J ₂ /300cc, de amostras coletadas em goiabeiras individuais em ensaio de campo sob diferentes tratamentos, em relação à testemunha -	52
Figura 6. Média da massa total de 20 frutos em relação à testemunha. Ensaio em campo com os seguintes tratamentos -----	53
Figura 7. Média do total de frutos de goiaba produzidos em goiabeiras sob diferentes tratamentos em relação à testemunha -----	54
Figura 8. Porcentagem da massa radicular de plantas inoculadas com <i>Meloidogyne enterolobii</i> em relação à testemunha. Ensaio em casa de vegetação sob os seguintes tratamentos -----	55
Figura 9. Total de ovos produzidos em raízes de goiabeiras inoculadas com <i>Meloidogyne enterolobii</i> , em ensaio em casa de vegetação sob diferentes tratamentos -----	56
Figura 10. Fator de reprodução e porcentagem de redução do fator de reprodução em relação à testemunha, em casa de vegetação sob os seguintes tratamentos -----	56
Figura 11. Ovos de <i>M. enterolobii</i> por grama de raiz extraídos de goiabeiras inoculadas, em ensaio em casa de vegetação sob diferentes tratamentos -----	57
Figura 12. Quantificação de J ₂ em solo de vasos cultivados com goiabeiras inoculadas com <i>Meloidogyne enterolobii</i> sob diferentes tratamentos -----	58
Figura 13. Escala de notas aplicada a raízes de goiabeiras cultivadas em vasos e inoculadas com <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas comercializados no Brasil e no mundo -----	27
Tabela 2. Produtos comercializados, no Brasil, à base de <i>Trichoderma</i> no controle de fitopatógenos -----	32
Tabela 3. Croqui do experimento em cultivo comercial de goiaba no município de Jaraguá (GO) -----	36
Tabela 4. Tratamentos utilizados no controle de <i>Meloidogyne enterolobii</i> em goiabeiras cv. Cortibel RM cultivadas em campo e em casa de vegetação -----	39
Tabela 5. Composição química de amostra de manipueira da fonte de coletas deste estudo e comparação com a de outras fontes da literatura -----	48
Tabela 6. Análise química de solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos e em parcelas tratadas apenas com água e tratadas com manipueira 50% --	50
Tabela 7. Escala de notas para avaliação do sistema radicular de goiabeiras infectadas por <i>Meloidogyne enterolobii</i> -----	60

RESUMO GERAL

MESQUITA, Fernanda de Lima. **Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira**. 2016. 113p. Dissertação de Mestrado em Fitopatologia – Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

Objetivou-se testar a ação individual ou em combinação de produtos biológicos a base de fungos (*Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma asperellum*) e de bactéria (*Bacillus subtilis*) e também de um resíduo líquido de mandioca de fecularia (manipueira) no controle de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeiras cv. Cortibel RM cultivadas em campo e em casa de vegetação. Nos experimentos em campo e em vasos, seguiu-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 repetições e os tratamentos: 1. Somente Água; 2. Manipueira 50%; 3. Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality. O ensaio em campo foi conduzido por 10 meses em goiabeiras cv. Cortibel RM com sete anos de idade infectadas com *M. enterolobii*. As regas mensais (Manipueira 50% e Testemunha Água) e trimestrais (demais tratamentos) foram realizadas com 10L de calda/goiabeira em produtos individuais e um máximo de 40L de calda/goiabeira em produtos combinados. O experimento em vasos foi conduzido por 06 meses em casa de vegetação em goiabeiras cv. Cortibel RM com aproximadamente um ano de idade, inoculadas com 10.000 ovos de *M. enterolobii* por planta. Com regas mensais (Manipueira 50% e Testemunha Água) e trimestrais (demais tratamentos) foram realizadas com 500 ml de calda/goiabeira em produtos individuais e um máximo de 2L de calda/goiabeira em produtos combinados. Em campo, foram analisadas as seguintes variáveis: J2/300 cc de solo/goiabeira, análise química do solo, massa de 20 frutos (kg/goiabeira) e número total de frutos jovens por goiabeira. Em vasos, foram avaliadas

as variáveis massa de raiz/goiabeira, infecção de raízes por escala de notas, total de ovos/raiz de goiabeira, total de J2/300 cc de solo/goiabeira. A análise química da manipueira apresentou os macronutrientes e micronutrientes; pH de 5,95 e o teor de cianeto estimado em 30 ppm. Manipueira 50% reduziu a população de em campo e em casa de vegetação. A combinação Manipueira 50% e *P. chlamydosporia* (Rizotec) aliou redução populacional de *M. enterolobii* com aumento de produção de goiabeiras. *T. asperellum* (Quality) aumentou a produção de goiabeiras no campo, porém sem controle do nematoide *M. enterolobii*. Os demais tratamentos tiveram performance inferior considerando somente as variáveis de produção, somente as variáveis do nematoide ou ambas.

Palavras-Chaves: controle alternativo, controle biológico, nematoide das galhas radiculares, *Psidium guajava*.

Orientador: Prof. Cleber Furlanetto, Ph.D – UnB

ABSTRACT

MESQUITA, Fernanda de Lima. **Management of *Meloidogyne enterolobii* in Guava tree with biological products and manipueira.** 2016. 113p. Dissertation (Master in Plant Pathology) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brazil.

The objective was to test individual action or in combination of biological products based on fungi (*Pochonia chlamydosporia* and *Trichoderma asperellum*) and bacteria (*Bacillus subtilis*) and also of a liquid residue of cassava flour factory (manipueira) on the control of *Meloidogyne enterolobii* in guava tree cv. Cortibel RM grown at field and under greenhouse conditions. In both experiments in field and in pots, the experimental design was completely randomized with five replications with following treatments: 1. Water; 2. Manipueira 50%; 3. Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality. The field trial was conducted for 10 months on guava trees cv. Cortibel RM at age of seven years, infected with *M. enterolobii*. The monthly irrigation (Manipueira 50% and experiment control) and quarterly (other treatments) were carried out with 10L of syrup/guava tree in individual products and a maximum of 40L of syrup/guava tree in combined products. The experiment in pot under greenhouse was conducted for 6 months in guava plants cv. Cortibel RM with approximately one year of age inoculated with 10.000 eggs of *M. enterolobii* per plant. The monthly irrigation (Manipueira 50% and experiment control) and quarterly (other treatments) were carried out with 500 ml of syrup/guava tree in individual products and a maximum of 2L of syrup/guava tree in combined products. In the field, the following variables were analyzed: J2 / 300 cc of soil/guava tree, soil chemical analysis, fresh weight of 20 fruits (kg/guava tree) and the number of young fruits

per guava tree. In pots, were evaluated the variables root fresh weight per guava plants, root infection by a scale of notes, galls and eggs mass index, total of eggs/per root system, total J₂/300 cc of soil/guava tree. The Chemical analysis of manipueira showed macronutrients and micronutrients; pH of 5.95 and cyanide content estimated at 30 ppm. Manipueira 50 % caused the greatest reduction of nematode population of *M. enterolobii* in the field and in pots. The combination 50% manipueira and *P. chlamydosporia* (Rizotec) allied population reduction of *M. enterolobii* with increased production. *T. asperellum* (Quality) increased production of guava tree in field, but without nematode control. The other treatments had lower performance considering only the production variables, only the nematode variables or both.

Keywords: alternative control, biological control, *Psidium guajava*, root knot nematode.

Advisor: Prof. Cleber Furlanetto, Ph.D – UnB

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da produtividade em pomares comerciais de goiaba (*Psidium guajava* L.) tem forte relação com a redução da variabilidade genética das cultivares comerciais em campo, causada principalmente pela propagação de clones por miniestaquia (MARINHO et al., 2009). Alguns fatores têm estimulado o crescimento do consumo de goiaba e, em consequência, o aumento da área cultivada. Um deles é o alto teor de vitaminas presente em frutos de goiaba, aliado à melhor qualidade dos mesmos, o que tem impulsionado o consumo *in natura* e também de produtos industrializados. Um outro fator seria o aumento do número de pomares irrigados, o que proporciona ao produtor a comercialização do produto na entressafra, garantindo-lhe uma maior rentabilidade (PEREIRA e NACHTIGAL, 2002).

Apesar dos avanços alcançados, a cultura da goiabeira ainda sofre com estresses bióticos causados por diferentes patógenos e pragas. O nematoide *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback 1983 é, atualmente, o principal causador de danos à cultura da goiaba. Fatores como a comercialização de mudas infectadas, aliado ao difícil manejo do nematoide em áreas infestadas, têm contribuído para a inviabilização da cultura em regiões produtoras (DIAS-ARIEIRA et al., 2008).

A dificuldade de controle de *M. enterolobii* esbarra em aspectos como a baixa eficiência de produtos recomendados à cultura da goiaba, à carência de testes em produtos ainda não recomendados à cultura e à necessidade de combinar eficiência com preservação do meio ambiente (RIBEIRO et al., 2014).

Nessa perspectiva, produtos biológicos e alternativos, de eficácia ainda não comprovada contra *M. enterolobii*, devem ser testados com o objetivo de proporcionar novas alternativas de manejo ao produtor de goiaba. Considerando que resíduos orgânicos

como manipueira industrial ainda não foram testados no controle de *M. enterolobii*, bem como os produtos biológicos comerciais Rizotec, Rizos e Quality, em ação combinada ou individual, justifica-se a realização deste estudo.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi testar a ação individual ou combinada de produtos biológicos a base de fungos (*Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & W. Gams 2001 e *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg 1999) e de bactéria (*Bacillus subtilis* Cohn, 1872) e também de um resíduo líquido de fecularia (manipueira) no controle de *M. enterolobii* em goiabeiras cultivadas em campo e em vasos.

Como objetivos específicos: avaliar a ação individual ou em combinação de produtos biológicos e de manipueira em goiabeiras infectadas com *M. enterolobii* em área de produção comercial e em ensaio em casa de vegetação; avaliar a produção de goiabeiras em campo (massa de 20 frutos/pé) sob diferentes tratamentos; avaliar a massa radicular de goiabeiras em vasos sob diferentes tratamentos; avaliar a composição química de uma amostra de manipueira; desenvolver uma escala de notas para avaliação da infecção de raízes por *M. enterolobii* em goiabeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DA GOIABA

2.1.1. Histórico e Origem

As primeiras referências sobre goiabeira (*Psidium guajava* L.) datam do período compreendido entre 1514 e 1557, pelo cronista espanhol Oviedo em visita ao Haiti. Nessa ocasião, Oviedo denominou a goiabeira de guayabo (RUEHLE, 1964), nome comum utilizado em países de língua espanhola da América Tropical (POPENOE, 1974). Os franceses adotaram a forma goyave, os alemães, guajava e os ingleses, guava (PEREIRA e MARTINEZ JÚNIOR, 1986).

Segundo Menzel (1985), a goiabeira é originária da América Tropical, região situada entre o México e o Peru, onde é encontrada uma grande diversidade de espécies nativas. No Brasil, há uma grande diversidade de espécies do gênero *Psidium* presentes principalmente nas regiões central (Cerrado), sudeste (Mata Atlântica) e também na região norte (Floresta Amazônica). Acredita-se que a goiabeira tenha sido dispersa do Brasil para regiões tropicais e subtropicais do mundo.

A propagação seminal aliada à fácil adaptação edafoclimática têm facilitado o cultivo da goiabeira em diferentes regiões do mundo, sendo a fruteira com maior expansão de área cultivada (GONZAGA NETO e SOARES, 1994). O Brasil apresenta clima e solo favoráveis à exploração comercial de goiaba, sendo a produção brasileira destinada ao consumo *in natura* e à indústria (BRUCKNER, 2002).

2.1.2. Clima e Solo

Apesar de ser nativa de região tropical, a goiabeira vegeta e produz satisfatoriamente quando cultivada desde o nível do mar até 1.700 m de altitude, sendo, por essa razão, amplamente difundida em diferentes regiões brasileiras. Segundo Pereira

& Martínez-Júnior (1986), é possível encontrar pomares comerciais de goiabeira do Rio Grande do Sul ao Nordeste brasileiro.

A faixa de temperatura que a goiabeira necessita para a vegetação e produção situa-se entre 25 e 30 °C, apresentando pobre desenvolvimento e produção quando cultivada em temperaturas abaixo de 12 °C devido à inibição da abertura floral a baixas temperaturas (KOLLER, 1979).

A goiabeira deve ser cultivada em regiões com precipitação superior a 600 milímetros anuais, sendo a precipitação ideal entre 1000 e 2000 milímetros anuais. A umidade relativa do ar, outro fator importante para o cultivo da goiabeira, pode influenciar tanto o aspecto fisiológico como as condições fitossanitárias dos frutos produzidos. A faixa de umidade relativa do ar mais favorável ao cultivo da goiabeira situa-se entre 50 e 80% (PEREIRA e MARTINEZ JUNIOR, 1986; GONZAGA NETO, 1990).

A cultura da goiaba adapta-se a vários tipos de solo. Entretanto, os mais adequados ao seu cultivo são os areno-argilosos profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH entre 5,0 e 6,5 (EMBRAPA, 2010).

2.1.3. Aspectos botânicos da goiabeira

A goiabeira é uma planta pertencente à família Myrtaceae, que é composta por mais de 70 gêneros e 2.800 espécies. Do total de espécies já descritas, 110 a 130 espécies são naturais da América Tropical e Subtropical (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A goiabeira é considerada uma planta de pequeno porte, podendo atingir de 3 a 6 metros de altura. O caule é do tipo tronco lenhoso, bastante ramificado, glabroso e sinuoso. As folhas são opostas, de formato elíptico-oblongo, tornando-se caducas quando atingem a maturação (ANTONELLI e CAPPELLINI, 1996).

A propagação seminal gera plantas com sistema radicular axial pivotante, característico das dicotiledôneas. Porém, quando a propagação se dá por miniestaquia, há a formação de raízes primárias em quantidade satisfatória e um adequado desenvolvimento do sistema radicular com ramificações entre 0-30 cm de profundidade (MANICA *et al.*, 2000).

As flores são hermafroditas, heteroclamídeas, actinomorfas e epígenas, com inflorescência do tipo dicásio, ausência de glândulas nectaríferas, presença de glândulas produtoras de óleo e de gemas laterais floríferas na axila das folhas em ramos de crescimento (SOUBIHE SOBRINHO, 1951).

O fruto é uma baga globosa (PEREIRA, 1995), ovóide ou piriforme (MEDINA, 1988), que varia em tamanho, forma, aroma, sabor, espessura e coloração de polpa, conforme a variedade (GONZAGA NETO, 2001). A polpa da goiaba, vermelha ou branca, é sucosa, doce e fragrante, tendo entre 1 a 2 cm de espessura (PEREIRA, 1995) e correspondendo a, aproximadamente, 65% do peso do fruto (ZAMBÃO E BELLINTANI NETO, 1998).

2.1.4. Reprodução e propagação

A goiabeira é uma planta de fecundação cruzada, sendo polinizada principalmente por *Apis mellifera* L. 1758. As variedades de goiabeira atualmente comercializadas são diplóides, com 11 cromossomos (PURSEGLOVE, 1968), não havendo distinção de espécies pelo formato ou coloração dos frutos (PEREIRA e NACHTIGAL, 2002).

Segundo Alves e Freitas (2007), a produtividade da goiabeira aumenta em torno de 40% quando a polinização é cruzada e realizada por agentes bióticos. Segundo os autores, a autopolinização induzida (proteção dos frutos) e mecânica geram menos frutos e, conseqüentemente, uma menor produção por planta.

A goiabeira possui elevado potencial de multiplicação tanto via sexuada como assexuada. A propagação sexuada aumenta a longevidade do pomar, porém provoca atraso na frutificação e eleva o porte da planta dificultando os tratamentos culturais. A propagação assexuada é a mais empregada nos cultivos comerciais, pois confere precocidade à produção de frutos, bem como a obtenção de pomares homogêneos, sendo a estaquia o método mais utilizado atualmente (GONZAGA NETO *et al.*, 1994; PEREIRA e NACHTIGAL, 2009).

A época da frutificação em goiabeiras varia de acordo com a cultivar, iniciando geralmente no segundo ou terceiro ano após o plantio definitivo em campo (CRISÓSTOMI & NAUMOV, 2009). A frutificação pode ser induzida através de podas programadas e irrigação, permitindo ao produtor a comercialização de frutos na entressafra. Pomares bem conduzidos podem produzir até 40 toneladas por hectare ou 600 a 800 frutos por planta adulta (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

2.1.5. Características nutricionais dos frutos

Dentre as fruteiras tropicais, a goiabeira se destaca pela produção de frutos de excelente qualidade, elevado valor nutritivo e polpa de excelente qualidade, aliado às propriedades organolépticas e ao alto rendimento por hectare (MANICA *et al.*, 2000). Os frutos contêm fibras, açúcares totais, vitamina A, vitamina C (ácido ascórbico), vitaminas do complexo B, vitamina E, cálcio, zinco, fósforo, selênio, cobre, magnésio, ácido fólico, ferro, niacina, tiamina, β -caroteno e licopeno 5, este último um carotenóide antioxidante que auxilia no combate às doenças degenerativas (CHOUDHURY *et al.*, 2001; SHAMI E MOREIRA, 2004; PIEDADE NETO *et al.*, 2003). Segundo Dantas *et al.* (1999) e Pommer e Murakami (2009), os teores de vitamina C em frutos são superiores aos detectados em frutas cítricas. Adicionalmente aos componentes nutricionais, frutos de

goiaba apresentam baixo teor calórico, ou seja, cerca de 50 calorias por 100g de fruto (PIEDADE NETO *et al.*, 2003).

2.1.6. Cultivares Comerciais

Há uma grande variabilidade genotípica em goiabeiras cultivadas no Brasil. Em um passado recente, o cultivo de mudas propagadas por semente contribuiu para a ampla heterogeneidade dos frutos produzidos (COSTA e PACOVA, 2003). Esta heterogeneidade confere sensível variabilidade entre plantas cultivadas em um mesmo pomar, as quais diferem entre si quanto ao formato da copa, produtividade, época da maturação e colheita, número, tamanho e formato de frutos, bem como coloração da polpa, características físico-químicas e características organolépticas (CAVALINI e JACOMINO, 2011).

O mercado de frutas “in natura” obedece ao padrão de exigência dos mercados interno e externo. O mercado nacional tem preferência por frutos com polpa de coloração avermelhada, enquanto o internacional prefere frutos com polpa de coloração branca (ARRUDA e JACOMINO, 2011).

As diversas cultivares comerciais de goiaba podem ser classificadas em dois grandes grupos, as de polpa vermelha e as de polpa branca. Dentre as goiabas de polpa vermelha têm-se as cultivares Paluma, Rica, Pedro Sato, as cultivares Ogawa n°2 a n° 5, IAC 3, IAC 4, Sassaoka, Kumagai e Século XXI. As cultivares de polpa branca são Iwao, Kumagai, Ogawa n°1 e White Selection of Florida (PEREIRA e NACHTIGAL, 2002; PEREIRA *et al.*, 2003, GONZAGA NETO, 2007).

2.1.6.1. Cultivar Cortibel

Goiabeiras cv. Cortibel, provavelmente de origem australiana, foram cultivadas comercialmente no Brasil em 1990 no município de Santa Tereza, estado do Espírito Santo, através de propagação seminal. Atualmente, essa cultivar é propagada por estacas

semi-herbáceas oriundas de matrizes de elevada produtividade, o que tem reduzido fortemente a variabilidade genética nos pomares (COSTA e PACOVA, 2003).

A cultivar Cortibel RM é cultivada em diversas regiões do Brasil, produzindo frutos para mesa e indústria. Esta cultivar apresenta como características frutos de textura rugosa média, polpa vermelha, resistentes ao psilídio e a doenças como bacteriose e ferrugem, além de apresentar um tempo pós-colheita maior (FRUCAFÉ, 2016).

2.1.7. Importância econômica e produção mundial da goiaba

A produção de goiaba no Brasil teve grande impulso na década de 1970, quando grandes áreas tecnificadas foram implantadas e a produção direcionada para o mercado nacional e internacional, tanto na forma *in natura*, quanto industrializada (doces, sucos e desidratada) (CHOUDHURY *et al.*, 2001).

Segundo Kavati (1997), para o mercado de frutas *in natura*, frutos maiores são mais valorizados enquanto que frutos de tamanho médio são preferidos para o mercado industrial (CHITARRA *et al.*, 1981).

Os maiores produtores mundiais de goiaba são a Índia, o Paquistão, o Brasil, o Egito, a Venezuela, os Estados Unidos, a África do Sul, o México, a Austrália e o Quênia. A exportação brasileira de goiabas e de seus derivados sempre ocorreu em pequenas quantidades, principalmente para França, Alemanha, Estados Unidos, Argentina, Paraguai e Bolívia (PEREIRA, 1995; ZAMBÃO e BELLINTANI NETO, 1998).

Segundo o Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL, 2012), a área de cultivo de goiabeiras na safra 2012 no Brasil foi de 15.171 ha, com produção de 345.332 toneladas e uma rentabilidade econômica de 331.877 milhões de reais. As regiões brasileiras com maior área cultivada e produção de goiaba em ordem decrescente são: nordeste, sudeste, norte e centro-oeste (Figura 1).

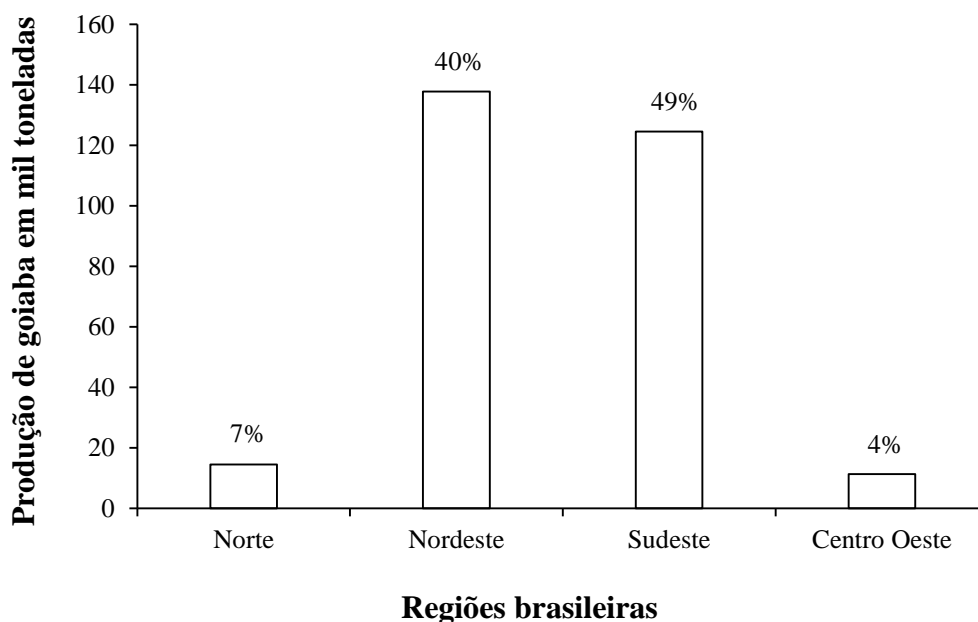


Figura 1. Área plantada (% em ha/região) e produção de goiaba (mil toneladas) em diferentes regiões brasileiras em 2012 (Fonte: AGRUANUAL, 2012).

2.2. Pragas e doenças da goiabeira

Vários fatores estão associados com perdas qualitativas e quantitativas de goiabas tanto no campo quanto em pós-colheita. Diferentes insetos-pragas e ácaros podem afetar a cultura da goiabeira ao longo de seu desenvolvimento, provocando danos em diferentes partes da planta. Adicionalmente, doenças bióticas e abióticas também levam a perdas de produção, causando alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas e nos frutos (VENTURA e COSTA, 2003).

Folhas de goiabeiras são afetadas principalmente por insetos e ácaros, enquanto que brocas danificam ramos e troncos, e frutos sofrem ação, principalmente, de gorgulhos e moscas (FANTON e MARTINS, 2003).

Estresses bióticos também são causados por fungos, bactérias, nematoides e vírus, destacando-se doenças fúngicas como a Antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. 1884, Ferrugem por *Puccinia psidii* G. Winter 1884, Podridão-Parda por *Dothiorella dominicana* Petr. & Cif., 1930, Podridão-de-frutos

por *Guignardia psidii* Ullasa & Rawal, 1984 e outras podridões de frutos causadas por *Phoma psidii* Henn. 1908, *Macrophoma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. e *Phytophthora* sp. Como bacterioses da goiabeira tem-se a Seca bacteriana ou Bacteriose causada por *Erwinia psidii* (RODRIGUES NETO *et al.* 1987) e a Murcha Bacteriana por *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi *et al.* 1996. Dentre as viroses da goiabeira destaca-se o mosaico amarelo das folhas, causado por um Caulimovirus (JUNQUEIRA *et al.*, 2001).

2.2.1. Nematoides parasitas da goiabeira

A goiabeira por ser uma cultura perene, permanece no campo por muitos anos, possibilitando assim o aumento populacional contínuo de fitonematoides através de vários ciclos de vida num mesmo ano (BRUCKNER, 2002).

Em áreas infestadas, as plantas atacadas exibem sintomas reflexos como amarelecimento e forte bronzeamento de bordos de folhas e ramos, seguidos de amarelecimento completo das folhas e intensa desfolha. Em raízes há formação de galhas radiculares de dimensões variadas, associadas a necroses e redução no número de radicelas (SILVA e OLIVEIRA, 2010).

Em associação ao sistema radicular de goiabeiras no Brasil foram relatados *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *M. enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, *Dolichodorus* sp., *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira 1940, *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961, *Hemicycliophora* sp., *Hoplolaimus* sp., *Pratylenchus* sp. e *Xiphinema* sp., com destaque para *M. enterolobii* (MOREIRA *et al.*, 2001).

2.2.2. Nematóide das galhas radiculares

2.2.2.1. Classificação e características gerais

O nematóide das galhas radiculares pertence ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1892. A palavra *Meloidogyne* é originária do grego e significa “fêmea em forma de maçã”. As fêmeas apresentam corpo globoso, periforme ou em forma de saco, sendo imóveis. É um grupo polífago e economicamente importante, composto por espécies endoparasitas sedentárias adaptadas a diferentes ambientes, sendo algumas mundialmente disseminadas. Esses nematoides se reproduzem e se alimentam de células vegetais modificadas dentro de raízes de plantas, onde induzem a formação de galhas (MOENS *et al.*, 2009). O parasitismo desses fitonematoides causa substancial redução na qualidade e produtividade das culturas de importância agrícola, trazendo sérios prejuízos à agricultura (BRITO *et al.*, 2004).

O nematóide das galhas apresenta dimorfismo sexual acentuado, com fêmeas sedentárias de corpo dilatado, enquanto os machos são vermiformes. Quando presentes, os machos não se alimentam, apresentando função de cópula em espécies anfimíticas (FERRAZ & MONTEIRO, 2011). A mudança de forma nos machos (periforme para adulto vermiforme) ocorre durante o quarto estágio juvenil (J4) (EISENBACK & TRIANTAPHYLLOU, 1991). A maioria das espécies de *Meloidogyne* são partenogênicas. Algumas se reproduzem por partenogênese meiótica facultativa ou anfimixia, mas as espécies de maior importância econômica possuem modo de reprodução partenogênético mitótico obrigatório como *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949; *M. incognita* e *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (CASTAGNONE-SERENO, 2006).

Em classificação proposta por De Ley e Blaxter (2002), *Meloidogyne* spp. estão posicionados dentro das seguintes categorias taxonômicas: Reino Animalia, Filo

Nematoda Potts, 1932; Classe Chromadorea Inglis, 1983; Subclasse Chromadoria Pearse, 1942; Ordem Rhabditida Chitwood, 1933; Subordem Tylenchina Thorne, 1949; Infraordem Tylenchomorpha De Ley e Blaxter, 2002; Superfamília Tylenchoidea Örley, 1880; Família Meloidogynidae Skarbilovich, 1959; Subfamília Meloidogyninae Skarbilovich, 1959; Gênero *Meloidogyne* Göldi, 1892.

2.2.2.2. Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp.

A fêmea madura deposita os ovos em um saco, constituído por uma matriz gelatinosa produzida por glândulas retais (BIRD e ROGERS, 1965). No interior dos ovos, a embriogênese leva ao desenvolvimento dos juvenis de primeiro estágio, que ao passar por uma ecdise se desenvolvem em juvenis de segundo estágio (J2). Sob condições favoráveis de umidade, temperatura e disponibilidade de oxigênio, os J2 eclodem e localizam as raízes de plantas hospedeiras (GOODELL e FERRIS, 1989). Posteriormente, os J2 invadem a ponta das raízes ou locais de ramificação de raízes e migram intercelularmente através do córtex. Quando alcançam a endoderme os J2 tornam-se sedentários e induzem mudanças profundas no tecido hospedeiro (WYSS *et al.*, 1992). Em hospedeiros suscetíveis, até seis células do parênquima vascular são transformadas em células nutridoras, que constituem o sítio de alimentação dos nematoides e única fonte de alimentação para o resto do seu ciclo de vida (PERRY *et al.*, 2009). O início da alimentação dos J2 em células do protoxilema e protofloema induzem a diferenciação dessas células em células especializadas, chamadas células gigantes multinucleadas (MOENS *et al.*, 2009). Uma vez que as células gigantes são iniciadas, o nematoide torna-se sedentário e ocorre então a segunda (J2 > J3), a terceira (J3 > J4) e a quarta ecdises (J4 > fêmea jovem) (EISENBACK e TRIANTAPHYLLOU, 1991). Os machos retornam ao formato vermiforme, recuperando a mobilidade e deixando as raízes, enquanto que as fêmeas permanecem sedentárias e imóveis (ELLING, 2013). Células

vizinhas ao sítio de alimentação sofrem hiperplasia, resultando na formação da galha radicular (EISENBACK e TRIANTAPHYLLOU, 1991). A formação de galhas radiculares pode variar entre as espécies de *Meloidogyne* e as plantas hospedeiras.

Em condições ambientais favoráveis há a formação preferencial de fêmeas, porém machos são formados em condições ambientais desfavoráveis ou devido a elevada população de nematoides na raiz ou à resistência da planta hospedeira. Juvenis que levariam à formação de fêmeas tem o seu primórdio sexual transformado em testículos em vez de ovários (FREITAS *et al.*, 2006).

As fêmeas produzem ovos por três semanas, depois cessam a produção, podendo viver um pouco mais. O ciclo de vida do nematoide das galhas é fortemente afetado pela temperatura, umidade e planta hospedeira. Os machos vivem semanas e os J2 podem viver por períodos que variam de dias a meses (TAYLOR e SASSER, 1983).

Na fase adulta, fêmeas de *Meloidogyne* completam o ciclo de vida com a deposição dos ovos em massa gelatinosa. A duração dessa fase é muito influenciada pela temperatura e espécie do nematoide das galhas. Temperaturas ótimas geralmente variam de 15 a 25°C para *M. hapla* Chitwood, 1949, e 25-30°C para *M. incognita* e *M. javanica*. Existe pouca atividade para qualquer espécie de *Meloidogyne* acima de 40° C ou abaixo de 5°C (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Westerich (2011) demonstrou que a partir de 24 dias após a inoculação, a 26 °C, é possível encontrar no sistema radicular de plantas infectadas todos os estádios do ciclo de vida de *M. enterolobii* e *M. javanica*.

O parasitismo de *Meloidogyne* spp. em plantas envolve a formação de pequenos ferimentos nas raízes e supressão do sistema de defesa das plantas, facilitando a infecção por outros organismos como fungos e bactérias (NUNES *et al.*, 2011). Assim, os efeitos dos nematoides das galhas em plantas cultivadas envolvem redução na produção e na

qualidade de alimentos para uma grande variedade de culturas economicamente importantes (CASTAGNONE-SERENO, 2002).

Meloidogyne spp. podem afetar seriamente várias culturas tanto em quantidade como em qualidade de produção. No geral, esses nematoides ocorrem em diversos tipos de solo, mas sua associação às culturas é evidente em solos arenosos (WESEMAEL *et al.*, 2011). O círculo de hospedeiras inclui hortaliças, ornamentais, fruteiras, culturas anuais, plantas nativas e plantas invasoras (CORDEIRO *et al.*, 2014; PONTE *et al.*, 1977; PONTE *et al.*, 1996a; MOENS *et al.*, 2009).

2.2.2.3. Técnicas utilizadas na identificação de *Meloidogyne* spp.

Diferentes técnicas podem ser utilizadas na identificação de espécies de *Meloidogyne*. Dentre os métodos empregados na diagnose de *Meloidogyne* spp., destacam-se: a configuração perineal de fêmeas, a morfologia da região anterior e do estilete de machos, fêmeas e juvenis de segundo estágio (J2), características citogenéticas e sobretudo identificação bioquímica e molecular (EISENBACK e HUNT, 2009) Os padrões perineais quando usados isoladamente na identificação de espécies são subjetivos e pouco precisos, sendo úteis como métodos complementares a serem utilizados juntamente com a caracterização enzimática e/ou molecular (CARNEIRO *et al.*, 2004, CARNEIRO e COFCEWICZ, 2008). As espécies de *Meloidogyne* podem ser diferenciadas por meio de marcadores enzimáticos, sobretudo as esterases (EST) e malato desidrogenases (MDH) (ESBENSHADE e TRIANTAPHYLLOU, 1985; CARNEIRO *et al.*, 2000).

Para a identificação de raças fisiológicas em espécies do gênero *Meloidogyne* é utilizado o teste de hospedeiros diferenciadores estabelecidos na Carolina do Norte (HARTMAN e SASSER, 1985) e as variações intraespecífica podem ser encontradas em populações de campo frequentemente. Ainda que a caracterização das principais espécies

de *Meloidogyne* tenha sido alcançada por meio de isoenzimas, essa técnica não pode distinguir facilmente raças de uma mesma espécie (JANATI *et al.*, 1982) e somente as fêmeas são utilizadas para a identificação de espécies (SALGADO *et al.*, 2011). Dentre as técnicas moleculares e de detecção rápida relatadas em literatura, constam aquelas baseadas no sequenciamento e análise por homologia do DNA mitocondrial (mtDNA) (BLOK *et al.*, 2002; BRITO *et al.* 2004; TIGANO *et al.*, 2005; XU *et al.*, 2004; ZHUO *et al.*, 2010), DNA ribossomal (rDNA) e DNA de regiões intergênicas (IGS) (BLOK, *et al.*, 1997; ADAM, *et al.*, 2007). A identificação pode ser realizada também por marcadores moleculares específicos via reação em cadeia da enzima Taq DNA polimerase (PCR) usando marcadores moleculares espécie-específicos. Marcadores SCAR espécie-específicos têm sido desenvolvidos para diferentes espécies de *Meloidogyne* (ZIJLSTRA *et al.*, 2000; RANDIG *et al.*, 2002; RANDIG *et al.*, 2009; TIGANO *et al.*, 2010) e utilizados separadamente ou em conjunto em reações duplex ou multiplex-PCR (RANDIG *et al.*, 2004; Hu *et al.*, 2011).

2.2.2.4. *Meloidogyne enterolobii*

Meloidogyne enterolobii foi descrito pela primeira vez por Yang & Eisenback (1983) em raízes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong na ilha de Hainan, China. Em 2012, Karssen e colaboradores relataram *M. enterolobii* como sinônimo de *M. mayaguensis*, espécie descrita em 1988 por Rammah e Hirschmann em raízes de berinjela (*Solanum melongena* L.) em Porto Rico.

Meloidogyne enterolobii é referido como espécie altamente agressiva, apresentando elevado índice de infecção em raízes de plantas hospedeiras e induzindo galhas mais severas do que outras espécies do gênero *Meloidogyne* (CASTAGNONE-SERENO, 2012). Em tomateiros as perdas podem ser superiores a 65% da produção

(CETINTAS *et al.*, 2007) e em áreas altamente infestadas, o cultivo de goiabeiras pode se tornar inviável (CARNEIRO *et al.*, 2007).

Meloidogyne enterolobii é considerado um patógeno de ampla distribuição geográfica, tendo sido relatado na África, nas Américas do Sul e Central, Caribe e Ásia (CASTAGNONE-SERENO, 2012) e Estados Unidos da América do Norte (BRITO *et al.* 2004).

Devido a sua polifagia e distribuição cosmopolita, *M. enterolobii* é considerado um patógeno emergente, ou seja, de importância econômica crescente na agricultura mundial. A goiabeira é uma das principais plantas hospedeiras de *M. enterolobii* e este um dos patógenos mais importantes da cultura da goiaba (BLOK e POWERS, 2009).

No Brasil, o nematoide *M. enterolobii* foi relatado em diferentes estados produtores de goiaba como Alagoas (CASTRO e SANTANA, 2010), Bahia e Pernambuco (CARNEIRO *et al.*, 2001), Ceará (TORRES *et al.*, 2004), Espírito Santo (LIMA *et al.*, 2007), Goiás (CARNEIRO *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2009), Maranhão (SILVA *et al.*, 2008), Mato Grosso do Sul (ASMUS *et al.*, 2007; REIS *et al.*, 2011), Minas Gerais (SILVA e OLIVEIRA, 2010; NEVES e MONTEIRO, 2010; ALMEIDA e SANTOS, 2011), Paraíba (GOMES *et al.*, 2007), Paraná (CARNEIRO *et al.*, 2006), Pernambuco, Piauí (SILVA *et al.*, 2006), Rio Grande do Norte (TORRES *et al.*, 2005), Rio Grande do Sul (GOMES *et al.*, 2008b), Rio de Janeiro (LIMA *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2006); São Paulo (ALMEIDA *et al.*, 2006) e Tocantins (CHARCHAR *et al.*, 2009).

Meloidogyne enterolobii apresenta os seguintes fenótipos de isoenzimas: de esterase (EST) - M2, malato desidrogenase (MDH) - N3, superóxido dismutase (SOD) - N2, e glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT) - N3. A identificação da espécie também pode ser feita por caracteres morfológicos (ESBENSHADE e TRIANTAPHYLLOU, 1985; HIRCHMANN, 1985; JEPSON, 1987; KARSSSEN, 2002;

BRITO *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2007); e marcadores moleculares espécie-específicos (TIGANO *et al.*, 2010).

Em diversas cultivares de goiaba o parasitismo por esse nematoide está associado a um declínio generalizado da planta que contribui para forte redução de produção e até morte de plantas adultas. Como sintomas diretos tem-se galhas e apodrecimento de raízes, além de sintomas reflexos na parte aérea como bronzeamento, amarelecimento, queima dos bordos e queda precoce das folhas, aliados a alterações fisiológicas e predisposição da planta a patógenos secundários (SOUSA *et al.*, 2006; GOMES, 2007). *Meloidogyne enterolobii* infecta o sistema radicular como um todo, desde as radículas superficiais até as mais lignificadas, que costumam estar a mais de 50 cm de profundidade (CARNEIRO *et al.*, 2001). Nas raízes, há a formação de um elevado número de galhas e necroses, além de redução de raízes secundárias. A associação de *M. enterolobii* com *F. solani* (patógeno secundário) causa sintomas mais severos em goiabeiras do que a ação individual desses agentes. Quando associado ao nematoide, *F. solani* causa a obstrução de vasos condutores, a alteração no padrão de absorção e/ou translocação de água e de nutrientes e a morte de plantas em período de tempo mais curto (MELAKEBERHAN e WEBSTER, 1993). A produção por planta sofre uma acentuada redução devido à formação de frutos menores com amadurecimento precoce.

2.3. Controle de Fitonematoides

O difícil controle de nematoides em campo, mesmo com a aplicação de moléculas químicas, as quais são danosas ao meio ambiente, enfatiza a necessidade do estudo de métodos alternativos de controle, os quais contribuam para a sustentabilidade da agricultura com menor dano possível ao meio ambiente (HALBRENDT e LAMONDIA, 2004).

Produtores de diversas culturas econômicas em todo o mundo estão usando estratégias de manejo integrado para o controle de nematoides de galhas. Com isso, o uso de nematicidas sintéticos no manejo de nematoides tem sido reduzido em vários países.

Entre outras causas, a utilização de nematicidas em agricultura esbarra na elevação dos custos de produção, contaminação ambiental e animal e perda de eficácia com o uso prolongado de uma mesma molécula química. Contribuem para a perda da eficácia em campo o desenvolvimento de população resistente do nematoide, aliada à seleção e aumento populacional da microbiota do solo compatível ao produto (CIANCIO e MUKERJI, 2010).

Quanto à rotação de culturas, diversas espécies vegetais já foram indicadas com o objetivo de controlar nematoides, incluindo algumas espécies de gramíneas, crucíferas, leguminosas de adubação verde, entre outras (WHITEHEAD, 1998). Espécies de crotalária (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don.) podem atuar como plantas-armadilhas, permitindo a penetração do nematoide nas raízes, mas impedindo a sua reprodução. Espécies de cravo-de-defunto (*Tagetes minuta* L., *T. patula* L.) são conhecidas como plantas antagonistas, por produzirem compostos nematotóxicos conhecidos como α -tertienil, o qual impossibilita a alimentação dos nematoides nas raízes (FERRAZ *et al.*, 2010). Apesar das dificuldades intrínsecas relacionadas à rotação de culturas envolvendo plantas perenes, como a goiabeira, o plantio de *Crotalaria spectabilis* nas entrelinhas da cultura pode contribuir para a redução da população de *M. enterolobii*, por se tratar de uma planta que não permite a reprodução da nematoide (GUIMARÃES *et al.*, 2003).

2.3.1. Composição química e orgânica da manipueira

O processamento de raízes de mandioca em escala industrial é realizado visando a extração de amido ou produção de farinha (LEONEL *et al.*, 1998). Nesse processo, as

raízes de mandioca são fracionadas em pedaços pequenos e posteriormente prensadas. Assim, os glicosídeos cianogênicos, encontrados no interior das células, são liberados na suspensão e hidrolisados. O produto final, da reação de hidrólise, tem como formação cianeto e ácido cianídrico, compostos altamente tóxicos que passam a fazer parte do líquido residual das fecularias. Dessa maneira, resulta em um líquido residual que fica armazenada em tanques de decantação até a sua liberação final (AMARAL *et al.*, 2007).

O controle alternativo de nematoides é realizado mediante a aplicação de resíduos e subprodutos orgânicos em áreas cultivadas e infestadas por nematoides fitoparasitas. Manipueira é um resíduo líquido de aspecto leitoso e cor amarelo-clara, formado pela lavagem e prensagem de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), podendo ser obtido de forma artesanal ou industrial.

As características químicas e orgânicas da manipueira viabilizam a sua utilização na agricultura para diferentes fins (PONTE e FRANCO, 1981; PONTE *et al.*, 1987; VIEITES e BRINHOLI, 1995). Em sua composição são encontrados macro e micronutrientes, além dos glicosídeos cianogênicos, linamarina (98%) e lotaustralina (2%), sendo que linamarina quando hidrolisada libera o gás cianeto, tóxico a organismos eucarióticos (WOSIACKI *et al.*, 1994; MAGALHÃES *et al.*, 2000; PONTE, 2001).

Segundo Ponte e Franco (1983), a manipueira pode ser armazenada em recipiente fechado por um período máximo de 72 horas a temperatura ambiente (25-32°C), sem perda de sua ação nematicida. A partir do quarto dia, o processo de fermentação da manipueira vai reduzindo gradativamente os teores de compostos cianogênicos (MELO, 1999) e, por conseguinte, a sua toxicidade.

Quando o processamento das raízes de mandioca é grande, os subprodutos podem apresentar problemas de manejo e soluções devem ser encontradas. Já a utilização

industrial causa sérios problemas ambientais, pois mesmo as pequenas unidades fabris, como as casas de farinha, podem gerar quantidades significativas de resíduos (FIORETTO, 2001).

A manipueira gerada, na maioria das indústrias, tem como destino lagoas de estabilização, onde sofre fotodecomposição, precipitação e atividade microbiana local reduzindo o potencial poluidor da mesma. Entretanto, esse resíduo costuma ser despejado diretamente nos corpos hídricos e no próprio ambiente circundante à indústria sem nenhum tratamento prévio (CAMILLI, 2007).

A demanda química de oxigênio (DQO) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) indicam a elevada carga orgânica desse efluente. Os valores elevados de DBO e DQO alteram a capacidade de autodepuração de fontes de água, bem como a eutrofização do meio pelo excesso de nutrientes (WOSIACKI e CEREDA, 2002; SANTOS, 2008). De acordo com Mota (1995), DBO e DQO são indicativos da quantidade de oxigênio necessária, em meio aquático, à respiração de microrganismos aeróbicos essenciais ao consumo de toda a matéria orgânica introduzida no meio, ou seja, quanto maior a carga orgânica presente no efluente, maiores são os valores de DQO e DBO.

Segundo Hess (1962), uma tonelada de mandioca produz cerca de 300 L de manipueira que, quando depositada em lagoas de estabilização, forma verdadeiros lagos. Dessa forma, uma fecularia que utilize uma tonelada de raízes de mandioca/dia equivale à poluição ocasionada por 200-300 habitantes/dia.

O nível de glicosídeos cianogênicos, presentes na raiz da mandioca, determina a diferença entre as variedades de maior toxicidade, conhecidas como amargas ou bravas e as variedades menos tóxicas são chamadas de mansas ou doces (CONCEIÇÃO, 1981). De acordo com Sánchez (2004), as variedades de mandioca podem ser classificadas quanto ao teor de HCN na raiz como: doces ou mansas, com teor abaixo de 180 mg kg^{-1}

de HCN (em base úmida); intermediárias, com teores entre 180–300 mg kg⁻¹; e amargas ou bravas, com teor maior que 300 mg kg⁻¹.

Para a eliminação total ou parcial do conteúdo de HCN da mandioca, podem ser utilizados diversos procedimentos, tais como a desidratação artificial com temperaturas superiores a 40 °C, a cocção (fervura) em água ou a desidratação por radiação solar (CONCEIÇÃO, 1981).

Os glicosídeos cianogênicos, conhecidos como linamarina (β -glicosídeo de acetona-cianidrina) e lotaustralina (β -glicosídeo de etil-metil-cetona-cianidrina), após ruptura da estrutura celular da raiz, entram em contato com enzimas hidrolíticas como linamarase, as quais promovem a formação de ácido cianídrico (HCN), que é bastante tóxico e cuja ingestão ou mesmo inalação representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento (CAGNON *et al.*, 2002).

De acordo com Cereda (2002), a liberação de íons cianeto ocorre sempre que os tecidos vegetais da mandioca sofrem ferimentos ou dilaceração. A linamarina, quando hidrolisada por uma β -glicosidase (linamarase), é separada do glicosídeo no tecido intacto, por ser localizada em lugar distinto da célula. A clivagem produz glicose e α -hidroxinitrilas. Esta última, quando catalisada por uma hidroxinitrila-liase, transforma-se espontaneamente em HCN e nas cetonas correspondentes. Esse processo é chamado de cianogênese (Figura 3).

e práticas culturais (FIORETTO, 1985). Valores de 30 a 150 ppm de ácido cianídrico, em raízes de mandioca, são suficientes para causar morte em seres humanos (CEREDA, 2001; LIMA, 2001).

Segundo Chisté e Cohen (2011), os teores de cianeto total em manipueira recém coletada reduzem sensivelmente com o tempo de armazenamento (0 a 72 horas). No entanto, os teores de CN^- aumentam após 24 horas de armazenamento. Esta constatação pode ser explicada devido à hidrólise de HCN e consequente liberação de CN^- . Com a completa hidrólise de HCN ocorrida nas primeiras 24 horas de armazenamento, os teores de CN^- reduzem drasticamente em 48 e 72 horas devido à sua volatilidade.

2.3.2. Aplicações da Manipueira na agricultura

Vários relatos vislumbram a aplicação de manipueira em agricultura para diferentes fins. O controle de insetos-praga com manipueira foi relatado por Gonzaga *et al.* (2008) para o controle do pulgão *Toxoptera citricida* Kirkaldi 1907; por Mendes *et al.* (2007) para o controle de tripes (*Enneothrips flavens* Moulton, 1941); por FARIAS *et al.* (2007) para o controle de formigas cortadeiras; por PRATIS *et al.* (2013) no controle da cochonilha-da-raiz da mandioca (*Dysmicoccus* sp.).

O controle de plantas daninhas com manipueira foi relatado por Fioretto (1988) e Araújo *et al.* (2011). Além de fungos fitopatogênicos como o oídio (*Oidium* sp.) da cirigueleira (*Spondias purpurea* L.) (FREIRE, 2001); oídio do urucum (*Bixa orellana* L.) (SANTOS e PONTE, 1993), e do fungo causador da mancha do amendoim (*Arachis hipogea* L.) (*Mycosphaerella arachidicola* W.A. Jenkins, 1938) (GÓES e PONTE, 2002).

A manipueira foi testada também na alimentação animal contribuindo para a melhoria da dieta de ovinos (ALMEIDA *et al.*, 2009; SANTANA NETO, 2013), como substrato para crescimento de microrganismos, objetivando a produção de

biossurfactantes (BARROS *et al.*, 2008; OLIVEIRA, 2014; LIMA *et al.*, 2015), como biofertilizante, tendo melhorado o desenvolvimento de plantas de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) tratadas via foliar (ARAGÃO e PONTE, 1995) e de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) (SILVA *et al.*, 2004) e alface (*Lactuca sativa* L) (SANTOS *et al.* 2010), quando aplicada via solo.

2.3.2.1. Manipueira no controle de nematoides fitoparasitas

O primeiro relato da forte ação nematicida de manipueira extraída manualmente de raízes de cultivares de mandioca brava, foi realizada por Ponte *et al.* (1979) no controle de *M. javanica* e *M. incognita*. Desde então, vários testes com manipueira tem sido realizados objetivando o controle dos fitonematoides no Brasil (PONTE e FRANCO, 1981; PONTE *et al.*, 1987; SENA e PONTE, 1992; PONTE *et al.*, 1996b).

Baldin *et al.* (2012) relataram redução de J2 e ovos de *M. incognita* em raízes de cenoura e no solo com aplicação de manipueira. No entanto, a cenoura produzida em tratamentos com manipueira não atendeu às exigências de mercado. Em tomateiro, as concentrações de manipueira a 25% e 50% foram as mais efetivas no controle de *M. incognita* (NASU *et al.*, 2010; NASU *et al.*, 2015). Na cultura do figo dosagens de manipueira a 25% e 50% provocaram redução do número de J2/100cc de solo, diminuindo assim a população de *M. incognita* (FORMENTINI, 2009).

Barbosa *et al.* (2010a), avaliaram o efeito *in vitro* de manipueira no controle do nematoide *Scutellonema bradys* (Steiner & Le Hew, 1933) Andrassy, 1958, agente causal da casca preta do inhame (*Dioscorea* spp.), em diferentes concentrações. Foi observado que a concentração mais efetiva para inibir a eclosão de J2, a mobilidade e redução da população de *S. bradys* foi manipueira a 60%.

2.3.3. Controle Biológico

O termo controle biológico, pode ser descrito como a influência de um organismo, o antagonista, sobre o outro, o patógeno, causando uma diminuição da quantidade de inóculo ou dos efeitos provocados por esse último em determinada planta hospedeira (MONTEIRO, 2002). Na tentativa de reduzir a população de nematoides fitoparasitas abaixo do nível de dano econômico, vários métodos de controle têm sido pesquisados, dentre eles o controle biológico (SIKORA e FERNÁNDEZ, 2004). De acordo com Bridge (1996), o controle biológico pode ser promovido, mediante a introdução de microorganismos, ou estarem presentes naturalmente nos solos, neste caso, promovendo um controle natural conhecido como supressividade. O biocontrole é, portanto, composto por três agentes: o patógeno (que pode ser fungo, bactéria, vírus, protozoários, entre outros), a planta hospedeira e o antagonista, estando esses três componentes, sob influência do meio ambiente (MARIANO *et al.*, 2000).

O controle biológico tem-se apresentado como alternativa viável para o manejo de fitonematoides, por minimizar o dano ambiental e ser mais vantajoso economicamente, comparado aos métodos químicos convencionais (COIMBRA e CAMPOS, 2005).

Dentre os agentes de biocontrole de nematoides já conhecidos, os mais promissores incluem fungos e bactérias. Os fungos mais comumente, isolados de estádios sedentários de nematoides, incluem os dos gêneros *Acremonium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Nematophthora*, *Purpureocillium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pochonia* e *Trichoderma* (CHEN e DICKSON, 2004a).

A infecção do nematoide das galhas radiculares por fungos nematófagos envolve a formação de apressórios por hifas quando essas encontram massas de ovos (MORTON *et al.*, 2004). Além da formação dos apressórios, há também a produção de toxinas, importantes no parasitismo desses microrganismos, pois facilitam a infecção por

debilitarem o hospedeiro. A combinação de enzimas líticas com compostos nematicidas pode melhorar a eficácia dos agentes de biocontrole pelo aumento da permeabilidade da cutícula dos nematoides e das massas de ovos (CURTIS *et al.*, 2011).

Dentre as bactérias com potencial para o controle de fitonematoídes destacam-se as dos gêneros *Pasteuria*, *Pseudomonas* e *Bacillus*. A maioria das bactérias nematófagas, exceto as parasitas obrigatórias, são saprófitas que podem penetrar os nematoides e usá-los como fonte de nutrição (TIAN *et al.*, 2007).

Espécies de *Pasteuria* são parasitas obrigatórias de nematoides. O processo de interação dos endósporos e os sítios específicos tem sido estudados principalmente entre *P. penetrans* (Thorne) Sayre & Starr e os nematoides das galhas radiculares (BIRD e BRISBANE, 1988; TIAN *et al.*, 2007; DAVIES, 2009). Já os gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* pertencem ao grupo das bactérias saprófitas. *Bacillus* spp. produzem proteases que destroem a cutícula dos nematoides, confirmando a atividade nematicida (NIU *et al.*, 2006). Algumas espécies de *Pseudomonas*, como *P. fluorescens* (Chao), são capazes de destruir a massa gelatinosa de ovos de nematoides e também diminuir significativamente a eclosão de juvenis (TAVAKOL-NORABADI *et al.*, 2014).

Essas bactérias podem colonizar a superfície das raízes de plantas, além de produzir compostos nematicidas e enzimas hidrolíticas como quitinases, proteases e collagenases, o que pode afetar as interações entre os nematoides e as plantas (GOWEN *et al.*, 2008).

Atualmente, diversos produtos à base de diferentes microorganismos são comercializados no Brasil e no mundo no combate a fitonematoídes (Tabela 1).

Tabela 1. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas comercializados no Brasil e no mundo.

Nome do Produto	Princípio ativo	Patógenos visados	Modo de ação	Comercialização
BioAct WG	<i>Paecilomyces lilacinus</i> - PL 25	<i>Meloidogyne, Radopholus similis, Heterodera, Globodera, Pratylenchus, Rotylenchulus reniformis, Tylenchulus semipenetrans</i>	Parasita ovos; esporos se aderem à cutícula do nematoide, germinam, penetram e colonizam o nematoide. Alimentando-se do conteúdo do seu corpo.	Alemanha
Biomyces	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematoides de diversas culturas	Não especificado	Colômbia
Biostat	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Meloidogyne, Radopholus, Pratylenchus</i> e <i>Scutellonema</i>	Não especificado	Colômbia e Panamá
MeloCon WG	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 251	<i>Radopholus similis, Meloidogyne, Helicotylenchus, Pratylenchus, Rotylenchulus reniformis, Globodera e Heterodera</i>	Parasita de nematoides (juvenis, fêmeas, ovos e cistos)	Estados Unidos
Nemakontrol	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Meloidogyne</i> sp.	Não especificado	Peru
Nemat	<i>Paecilomyces lilacinus</i> Pae 10	<i>Meloidogyne</i> sp.	Parasita ovos, penetra e destrói o embrião, ataca fêmeas sedentárias, são colonizadas e mortas	Brasil
Nemata	<i>Paecilomyces lilacinus</i> DSM 15169	<i>Meloidogyne, Tylenchus, Pratylenchus e Helicotylenchus</i>	Infecta ovos e fêmeas dos nematoides e produz enzimas líticas que causam deformação, destruição dos ovários e redução da eclosão. Produz também toxinas que afetam o sistema nervoso dos nematoides e causam deformação dos estiletos quando em pH ligeiramente ácido.	Colômbia

Nome do Produto	Princípio ativo	Patógenos visados	Modo de ação contra o patógeno	Comercialização
Nemateam	<i>Paecilomyces</i> sp.	Nematoides em geral	Se reproduz dentro do nematoide, causando a morte do hospedeiro.	Brasil
Nemout 0.65 WP	<i>Arthrobotrys oligospora</i> e <i>Arthrobotrys botryospora</i>	<i>Helicotylenchus</i> , <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Radopholus</i>	Não especificado	Estados Unidos e Costa Rica
Onix	<i>Bacillus methylotrophicus</i> SF267	Nematicida microbiológico	Não especificado	Brasil
Paecil	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 251	<i>Meloidogyne</i> , <i>Helicotylenchus</i> , <i>Radopholus similis</i> , <i>Globodera</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Nacobbus</i> .	Parasita de nematoides (juvenis, fêmeas, ovos e cistos)	Austrália
Paecilomyces JCO	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematoides em geral	Parasitismo e predação	Brasil
Pochar	<i>Pochonia</i> sp. e <i>Arthrobotrys</i> sp.	<i>Meloidogyne</i> , <i>Heterodera</i> e <i>Globodera</i>	Não especificado	Itália
Quality (URM 5911)	<i>Trichoderma asperellum</i> URM 5911	Patógenos de solo em soja, feijão e algodão	Parasita de nematoides (juvenis, fêmeas, ovos e cistos)	Brasil
Rizos (UFPEDA 764)	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Pratylenchus brachyurus</i>	Interferem no ciclo reprodutivos, na oviposição e eclosão de juvenis	Brasil
Rizotec Pc-10 (UFV)	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Várias espécies de nematoides	Mata fêmeas e ovos no interior e superfície das raízes	Brasil
Safelomyces WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematoides em geral e fungos produtores de escleródios	Produz antibióticos e enzimas peptídicas e quitinolíticas	Colômbia

Fonte: Adaptado de BETTIOL *et al.*, 2012.

Quando comparado com o controle químico, o controle biológico se destaca por não causar efeito danoso ao ambiente, não deixar resíduos nos produtos colhidos e não favorecer o surgimento de formas resistentes dos nematoides, evitando o desequilíbrio da biota do solo e o ressurgimento do patógeno com maior severidade (SOARES, 2006).

2.3.3.1. *Pochonia chlamydosporia* como agente de controle biológico

Dentre os agentes de biocontrole de nematoides com potencial de uso em agricultura, destaca-se o fungo *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams 2000, anteriormente conhecido como *Verticillium chlamydosporium*. Esse fungo parasita ovos e fêmeas de *Meloidogyne* spp. (KERRY, 2001), sendo considerado um bom competidor saprofítico devido à produção de conídios, micélios e clamidósporos (CRUMP e KERRY, 1981; KERRY *et al.*, 1984) e um bom colonizador de raízes de plantas, promovendo o seu desenvolvimento (HIDALGO-DÍAZ *et al.*, 2000; LOPEZ-LLORCA *et al.*; 2002; MONFORT *et al.*, 2005).

Os clamidósporos de *P. chlamydosporia* atuam como estruturas de resistência e sobrevivência, o que torna esse fungo mais resistente às condições adversas do ambiente (NUNES, 2008; DALLEMOLE-GIARETTA *et al.*, 2008). *Pochonia chlamydosporia* também utiliza a matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes, além de parasitar ovos não associados às raízes, ou seja, presentes em restos culturais, o que sugere que este antagonista possa sobreviver no solo na forma micelial, mesmo na ausência de plantas hospedeiras (STIRLING, 1991). A germinação dos clamidósporos leva à formação de micélio que coloniza o sistema radicular das plantas e, na presença de massas de ovos formadas nas superfícies das galhas, inicia o parasitismo (BOURNE *et al.*, 1996).

O fungo *P. chlamydosporia* foi testado no controle de *M. incognita* em tomateiro (FERNANDES *et al.*, 2014) via aplicação no solo. Também no controle de *M. javanica*

em tomateiro por Dallemole-Giaretta *et al.* (2008) e Coutinho *et al.* (2009). Carneiro *et al.* (2011) obtiveram redução de 61,5% na produção de massas de ovos por *M. enterolobii* em goiabeira.

A eficácia de isolados de *P. chlamydosporia* quando comparada com a de outros fungos nematófagos como *Arthrobotrys* e *Monacrosporium* foi testada por Lopes *et al.* (2007) e atribuída à capacidade de sobrevivência deste fungo no solo na ausência de nematoides.

2.3.3.2. *Trichoderma* spp. como agentes de controle biológico

Outros fungos nematófagos muito utilizados como agentes de controle biológico em solos são os do gênero *Trichoderma*. Espécies de *Trichoderma* são comumente encontradas em solos, raízes de plantas e associadas à matéria orgânica em diferentes ecossistemas. Esses fungos atuam protegendo o sistema radicular das plantas por mecanismos como parasitismo, antibiose e indução de resistência (HARMAN, 2000; HARMAN *et al.*, 2004; WOO *et al.*, 2006; VINALE *et al.*, 2008).

Trichoderma spp. são mais eficientes em temperaturas próximas a 25°C, e produzem enzimas como polissacaridases, proteases e lipases, as quais podem ter aplicações industriais e, na natureza, estão envolvidas na degradação da parede celular de fitopatógenos (CHÉRIF e BENHAMOU, 1990; LIMA *et al.*, 1997; HJELJORD *et al.*, 2001).

Em condições ambientais favoráveis, o fungo coloniza o solo e a superfície das raízes através de seu micélio, o qual também penetra e coloniza raízes de plantas endofiticamente. Atuando como organismo endofítico, o fungo promove o crescimento e o desenvolvimento, além de estimular a produção de mecanismos de defesa pós-formados em plantas (WOO *et al.*, 2006; VINALE *et al.*, 2008).

As propriedades antagonistas variam de acordo com a espécie e linhagem de *Trichoderma*, da planta, das condições ambientais, incluindo disponibilidade de nutrientes, pH e temperatura (XIAOXUE *et al.*, 2013), e são baseadas na ativação de múltiplos mecanismos (BENÍTEZ *et al.*, 2004). Indiretamente, *Trichoderma* spp. exercem o biocontrole de fitopatógenos atuando como competidores por nutrientes e espaço no solo e modificando as condições do microhabitat compartilhado com outros organismos, sendo considerados competidores agressivos (PUNJA e UTKHRDE, 2003). A ação direta de *Trichoderma* se manifesta por antibiose e inativação de enzimas dos fitopatógenos (HAFAZ *et al.*, 2013).

Sahebani e Hadavi (2008) citaram dois mecanismos utilizados por espécies de *Trichoderma* no controle de nematoides. Um dos mecanismos seria o parasitismo de ovos e juvenis, além da produção e liberação de enzimas de ação extracelular como quitinases e proteases. As enzimas de alguns fitopatógenos são responsáveis pela hidrólise de componentes pécnicos da parede celular das plantas. Quando presente, *Trichoderma harzianum* Rifai 1969, por exemplo, secreta proteases sobre a superfície da planta que inibem a ação das enzimas hidrolíticas desses fitopatógenos (ELAD *et al.*, 1999). Esse fungo tem sido testado no controle de *Meloidogyne* spp. (SHARON *et al.*, 2001).

Dentre as espécies de *Trichoderma* já descritas, as que apresentam potencial para o biocontrole de fitopatógenos são *T. harzianum*, *T. virens* J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster Arx 1987, *T. viride* Pers. 1974, *T. asperellum* Samuels 1999, *T. atroviride* Bissett 1984, e *T. longibrachiatum* Rifai 1969 (HERMOSA *et al.*, 2000).

Trichoderma asperellum parasita uma grande variedade de fitopatógenos. A atividade micoparasítica de *T. asperellum* depende da secreção de enzimas hidrolíticas, como proteases, capazes de degradar a parede celular de fungos (XIAOXUE *et al.*, 2013).

No Brasil, diversos produtos à base de *Trichoderma* spp. são comercializados principalmente para o controle de doenças fúngicas (Tabela 2). No entanto, há relatos da utilização de *Trichoderma* no controle de nematoides fitoparasitas (CAPRONI *et al.*, 2012; GONÇALVES JÚNIOR *et al.*, 2013).

Tabela 2. Produtos comercializados, no Brasil, à base de *Trichoderma* no controle de fitopatógenos.

Nome do produto	Controle do patógeno
Biomix (mix de <i>Trichoderma</i> spp.)	Oídio em videira (<i>Uncinula necator</i>)
Binab T (a base de <i>T. harzianum</i>)	<i>Botrytis cinerea</i>
Biotrich (a base de <i>Trichoderma</i> spp.)	<i>Rizhooctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytium</i> , <i>Phomopsis</i> e <i>Rosilinia</i>
Ecotrich (<i>Trichoderma asperellum</i>)	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> e <i>Rhizooctonia</i>
Trichonat EF e Trichonat PM (a base de <i>Trichoderma</i> spp.)	<i>Botrytis</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Colleototrichum</i> , <i>Armillaria</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Crinipelis</i>
ECCB 2001 Solo, ECCB 2001 Aéreo (a base de <i>Trichoderma</i> spp.)	Doenças da raiz e da parte aérea da planta
Organic WP (<i>Trichoderma asperellum</i> , URM 5911)	<i>Fusarium</i> e <i>Rhizooctonia</i>
Tricovab (à base de <i>Trichoderma stromaticum</i>)	<i>Crinipelis pernicioso</i> – agente da vassoura-de-bruxa no cacauero
Trichodermil ESALQ 1306 (à base de <i>Trichoderma harzianum</i>)	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> e <i>Rhizooctonia</i>

Fonte: Adaptado de SILVA e MELLO, 2007.

Alguns estudos concluem que estes fungos frequentemente aumentam o crescimento e a produtividade das plantas, quer na presença ou na ausência de outros microrganismos que possam induzir a supressão da doença no solo (LINDSEY e BAKER, 1967; CHANG, 1986;).

2.3.3.3. *Bacillus subtilis* como agente de controle biológico

As bactérias habitantes da rizosfera das plantas, denominadas rizobactérias, também têm recebido atenção especial nos estudos envolvendo o controle de fitonematoides (CHEN e DICKSON, 2004b). Os principais mecanismos associados à ação de rizobactérias na supressão do patógeno envolvem a redução da eclosão de juvenis

e alteração dos exsudatos radiculares em razão da produção de toxinas, além da indução de resistência sistêmica em plantas (SIKORA e HOFFMANN-HERGARTEN, 1992).

Alguns estreptomicetos e *Bacillus subtilis*, foram avaliados como interferentes no ciclo de vida dos fitonematoides, apresentando potencial para o biocontrole desses agentes em solo (SOUSA *et al.*, 2006; KAVITHA *et al.*, 2007).

Demonstrou-se que isolados de *B. subtilis* não apenas produzem metabólitos tóxicos que afetam o movimento de nematoides, mas também podem inibir a eclosão de juvenis e o processo pelo qual eles penetram nas raízes (ARAÚJO *et al.*, 2002). Além disto, a produção de proteases por *Bacillus subtilis* (LIAN *et al.*, 2007) e a indução de enzimas de defesa em plantas hospedeiras (KAVITHA *et al.*, 2007) são mecanismos atribuídos às rizobactérias no controle dos fitonematoides. *Bacillus subtilis* foi testado anteriormente no controle de *M. incognita* em tomateiro (FERNANDES *et al.*, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios para o controle de *M. enterolobii* em goiabeiras foi desenvolvido em campo e em casa de vegetação. Os trabalhos em campo foram desenvolvidos em uma propriedade rural localizada no município de Jaraguá, Estado de Goiás (GO), e em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília, Distrito Federal.

3.1. ENSAIO EM CAMPO

3.1.1. Caracterização da área experimental

A pesquisa em campo foi conduzida em um pomar comercial de goiabeiras cv. ‘Cortibel RM’ com sete anos de idade, localizado no município de Jaraguá (GO), situado à noroeste do estado, localizado a 15° 45' 25" S, 49° 20' 2" W a 610 metros de altitude, acima do nível do mar. As goiabeiras, infectadas com *M. enterolobii*, foram cultivadas em espaçamento 6x6 m e irrigadas por microaspersão. O clima da região é do tipo tropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen, as médias de temperatura oscilam entre 17, 18 e 33 °C. Clima tipicamente quente, com período de chuvas concentrado no verão (setembro a abril) e de seca no inverno (maio a setembro). A precipitação média pluviométrica anual é de 1700 mm e a vegetação típica de cerrado.

A área experimental é plana e o solo classificado como latossolo vermelho-amarelo. O manejo do pomar, durante o período de realização do ensaio, contou com podas de frutificação, adubações mensais com nitrogênio, fósforo e potássio a lanço e aplicações semestrais de cobre, zinco e manganês via solo na forma de sulfato, com controle de pragas e doenças foliares. O experimento foi realizado no período compreendido entre agosto/2015 a maio/2016.

3.1.2. Determinação da composição química e física do solo da área experimental

Para análise das características químicas (fertilidade) e físicas do solo, foram realizadas duas coletas de solo em goiabeiras individuais da área experimental, antes do início dos tratamentos e trinta dias após a última aplicação de cada tratamento. As análises foram realizadas pela Solocria Laboratório Agropecuário, empresa localizada em Goiânia, Estado de Goiás (GO). Coletou-se uma amostra composta por planta/repetição, sendo que cada amostra composta continha 4 subamostras (em quatro pontos diferentes) coletadas a 0-20 cm de profundidade na área de projeção da copa de cada goiabeira. A amostra coletada da planta 1 foi analisada individualmente, sendo as amostras das plantas 2 e 3 analisadas em mistura e a das plantas 4 e 5 analisadas também em mistura, totalizando 3 repetições/tratamento (Tabela 3). Ao todo, foram coletadas um total de 55 amostras compostas, correspondendo a uma amostra composta por repetição (goiabeira) de cada tratamento (coletou-se aproximadamente 1 kg de solo em cada amostra composta).

3.1.3. Coleta de amostras de solo para análise nematológica

Das amostras compostas coletadas para determinação da composição química e física do solo, foram retirados aproximadamente 300 cc de solo de cada amostra, para a análise nematológica. Assim, um total de 55 amostras compostas, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília (UnB) para análise.

Para fins de análise nematológica, não foram realizadas coletas de raízes, utilizou-se somente amostras de solo.

Tabela 3. Croqui do experimento em cultivo comercial de goiabeira no município de Jaraguá (GO).

LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 4	LINHA 5	LINHA 6	LINHA 7	Subárea
X	X	X	X	X	03C	07B	I
X	11C	04D	X	X	X	X	
04C	X	X	04A	X	10E	11B	
02B *	05D	11E	X	X	08E	09C	II
X	X	01C *	X	04E	06C	10B	
08A	05B	11A	02E *	X	09A	01D *	
01B *	05E	09B	02D *	X	X	03A	III
X	10A	09E	01A *	10D	X	03D	
06D	04B	03B	02A *	07E	02C *	07A	
07D	03E	06E	08D	05C	07C	06A	IV
06B	05A	09D	08B	01E *	X	X	
10C	X	11D	08C	X	X	X	

1. Coleta de amostras de solo em 4 subáreas (I, II, III e IV), dentro da área experimental, para caracterização da fertilidade e das características físicas do solo antes do início do experimento. 2. (*) Coleta de amostras de solo ao final do período experimental, com a finalidade de se avaliar a fertilidade do solo por tratamento, após a aplicação dos produtos. 3. (X) Plantas descartadas por apresentarem baixa taxa de infecção. 4. (01A – 11E) Plantas selecionadas como parte do experimento de campo e nas quais foram coletadas amostras de solo. 5. As letras: A, B, C, D, E representam as cinco repetições de cada tratamento.

3.1.4. Extração de J2 de *Meloidogyne enterolobii* de amostras de solo e quantificação

Uma alíquota de 300 cm³ de solo foi retirada de cada amostra composta de solo coletada, e processada em duplicata, segundo metodologia descrita por Jenkins (1964). A metodologia é uma combinação do método de peneiramento e flutuação em centrífuga. Cada alíquota de solo foi homogeneizada em recipiente plástico com capacidade para 5 litros de água, desfazendo-se os torrões. A mistura de água e solo do recipiente foi deixada descansar por 30 segundos. O sobrenadante foi vertido sobre peneira de 400 mesh e o resíduo retido transferido para um béquer, sendo posteriormente depositados em tubos de centrífuga de 100 ml devidamente tarados. As suspensões foram centrifugadas por 5

minutos a 360g. Após a centrifugação, o líquido sobrenadante foi descartado, as paredes do tubo limpas, para eliminação do material orgânico eventualmente retido próximo ao bordo. Solução de açúcar com densidade de 1,18 (475 gramas de sacarose por litro de solução) foi adicionada aos tubos, até atingirem um peso balanceado. A solução de açúcar e os sedimentos foram homogeneizados e centrifugados por um minuto. O líquido sobrenadante que continha os nematoides foi colocado sobre peneira de 400 mesh e a solução de açúcar cavada sob água corrente. A suspensão do material extraído foi conservada em geladeira a 4°C. A quantificação de J2 nas suspensões foi efetuada em lâmina de contagem de nematoides com auxílio de um microscópio de luz.

3.1.5. Identificação de *Meloidogyne enterolobii* em raízes de goiabeira

Fêmeas de *Meloidogyne* spp. de coloração branco-leitosa, extraídas de raízes de goiabeiras para a identificação das possíveis espécies presentes na área experimental. As fêmeas, foram individualmente transferidas para microtubos (10 fêmeas por microtubo), trituradas na presença de 15µL de solução preparada para a extração de proteínas (20% sacarose, 2% de Triton X-100, 0,01% de azul de bromofenol e 78% de água destilada). Em seguida, 10 µL de cada extrato protéico, oriundo da maceração das fêmeas, foram aplicados em cavidades do gel de poliacrilamida. Empregou-se o método de eletroforese vertical em géis de poliacrilamida (ALONSO e ALFENAS, 1998) e a eletroforese foi conduzida a 4 °C no interior de um refrigerador, sob voltagem constante de 200 V para a etapa de separação no gel de corrida por 60 minutos. Ao final do tempo determinado, os géis foram transferidos para uma solução de revelação para a enzima esterase (100 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,05M pH 6,0, 100 mg de Fast Blue RR Salt e 4,5 mL de I-naftilacetato 1%), onde permaneceram incubados no escuro em estufa a 37 °C por 30 minutos. Em seguida, o gel foi colocado em um recipiente de plástico contendo solução para obtenção do fenótipo de esterase da população presente na área. Para a

isoenzima, *Meloidogyne javanica*, foi utilizada como referência, e os fenótipos de esterase foram designados com uma letra sugestiva das espécies que eles designam e um número que indica a quantidade de bandas, para *M. javanica* (J3) e *M. enterolobii* (M2).

3.1.6. Coleta de manipueira

A manipueira utilizada nesse estudo foi coletada na Fecularia Panero, localizada no município de Nerópolis, Estado de Goiás. Foram realizadas coletas mensais de manipueira antes da liberação da mesma para as “lagos de estabilização”. A manipueira coletada foi armazenada em recipientes de 20 litros, lacrados com tampa própria e mantidos a temperatura ambiente até o momento de sua aplicação (por no máximo 24h).

3.1.7. Aplicação dos tratamentos

Os produtos foram diluídos em água e aplicados ao solo com auxílio de regadores, respeitando a área de projeção da copa de cada goiabeira. Apenas o tratamento 2 (Manipueira 50%) foi realizado mensalmente a um volume de 10L de calda/goiabeira, sendo 5L de manipueira industrial mais 5L de água. Os demais tratamentos foram aplicados trimestralmente com 10 L de calda por produto. Para misturas de produtos aplicou-se um volume maior de calda, ou seja, 10 L a mais de calda por produto adicional. O volume máximo aplicado foi de até 40L de calda/goiabeira (tratamento 10). A dosagem dos produtos foi aplicada de acordo com a recomendação de cada fabricante (Tabela 4).

Foram realizadas um total de 10 aplicações para tratamentos de aplicação mensal (tratamento 2) e 4 aplicações para tratamentos de aplicação trimestral (agosto/2015, novembro/2015, fevereiro/2016 e maio/2016).

Durante o período experimental, os produtos biológicos foram mantidos em câmara fria a uma temperatura de 4°C. As doses dos produtos biológicos foram preparadas no Laboratório de Nematologia/UnB, depositadas em recipientes com tampa, acondicionadas em caixa de isopor e levadas ao campo para diluição e aplicação.

Tabela 4. Tratamentos utilizados no controle de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeiras cv. Cortibel RM cultivadas em campo e em casa de vegetação.

Nº	Tratamento	Ingrediente ativo	Dose recomendada	Dose/planta (campo)	Volume calda/planta/Frequência aplicação (campo)	Dose/planta (vaso)	Volume calda/planta/Frequência aplicação (vaso)
01	Testemunha Água	-----	-----	10 L	10 L/mês	500 ml	500 ml/mês
02	Manipueira 50%	Ácido cianídrico e CN ⁻	Diluição 1:1	05 L	10 L/mês	250 ml	500 ml/mês
03	Rizotec (5,2x10 ⁷ UFC/ml)	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	2 kg/ha	7,4 g	10 L/3 meses	0,02 g	500 ml/3 meses
04	Rizotec + Manipueira 50%	<i>Pochonia chlamydosporia</i> + Ácido cianídrico e CN ⁻	-----	7,4 g + 05 L	20 L/3 meses	0,02 g + 250 ml	1 L/3 meses
05	Rizos (5x10 ⁹ UFC/ml)	<i>Bacillus subtilis</i>	500 ml/ha	1,85 ml	10 L/3 meses	4,84 µL	500 ml/3 meses
06	Rizos + Manipueira 50%	<i>Bacillus subtilis</i> + Ácido cianídrico e CN ⁻	-----	1,85 ml + 05 L	20 L/3 meses	4,84 µL + 250 ml	1 L /3 meses
07	Quality WG (1x10 ¹⁰ UFC/g)	<i>Trichoderma asperellum</i>	200 g/ha	0,74 g	10 L/3 meses	0,002 g	500 ml/3 meses
08	Quality + Manipueira 50%	<i>Trichoderma asperellum</i> + Ácido cianídrico e CN ⁻	-----	0,74 g + 05 L	20 L/3 meses	0,002 g + 250 ml	1 L /3 meses
09	Rugby 200 CS	Cadusafós	15 L/ha	55 ml	10 L/3 meses	144 µL	500 ml/3 meses
10	Rizotec + Rizos + Quality + Manipueira 50%	<i>P. chlamydosporia</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>T. asperellum</i> , Ácido cianídrico e CN ⁻	-----	7,4 g + 1,85 ml + 0,74 g + 05 L	40 L/3 meses	0,02 g + 4,84 µL + 0,002 g + 250 ml	2 L/3 meses
11	Rizotec + Rizos + Quality	<i>P. chlamydosporia</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>T. asperellum</i>	-----	7,4 g + 1,85 ml + 0,74 g	30 L/ 3 meses	0,02 g + 4,84 µL + 0,002 g	1,5L/3 meses

3.1.8. Avaliação

A avaliação do ensaio em campo teve início um mês após o término dos tratamentos (junho/2016). As variáveis estudadas foram: a) Análise química de solo por tratamento; b) Análise química da manipueira; c) Total de formas infectantes J2/300 cc de solo por goiabeira; d) Massa de 20 frutos (Kg) por goiabeira; e) Número total de frutos por goiabeira.

3.1.8.1. Quantificação de J2 de *Meloidogyne enterolobii*

Amostras de solo visando a quantificação de estádios infectantes J2 foram coletadas de acordo com metodologia descrita anteriormente (item 5.1.5). A análise nematológica foi realizada pela extração de solo de goiabeiras individuais, antes do início dos tratamentos (08/2015), após 6 meses (02/2016) e após 10 meses (06/2016) do início dos tratamentos.

3.1.8.2. Análise química da manipueira

Para a determinação de composição química presentes em uma amostra de manipueira, 500 ml do líquido foi obtido da fonte de coleta deste estudo e armazenado em um recipiente de plástico, e logo em seguida foi encaminhada à Solocria Laboratório Agropecuário para análise de macro e micronutrientes. Uma alíquota de 50 ml foi retirada para a determinação dos valores de pH e estimativa dos teores de cianeto. Os teores de cianeto foram estimados pelo teste colorimétrico Quantofix Cyanid, com sensibilidade para a detecção de até 5 mg L⁻¹ de cianeto livre (CN⁻) em água. Foram utilizadas alíquotas de 5 ml de manipueira diluída (1:1) em água para a leitura dos valores de cianeto (mg L⁻¹), a coloração formada na reação foi comparada com um padrão previamente estabelecido pelo fabricante.

3.1.8.3. Massa de 20 frutos

Inicialmente, para a coleta dos frutos, determinou-se o ramo principal de cada goiabeira. A partir do ramo principal pré-determinado, contou-se 10 frutos desse ramo e a partir do décimo primeiro fruto iniciou-se a coleta. Impedindo, dessa forma, que não houvesse a escolha dos melhores frutos/goiabeira. Dessa maneira, os frutos foram coletados de todos os tratamentos e repetições. Assim, 20 frutos de goiaba foram coletados de cada repetição/tratamento, totalizando 1.100 frutos ao final da coleta, separados devidamente em sacos plásticos e identificados por tratamento/repetição. Os frutos de cada tratamento/repetição foram pesados em balança digital e a leitura foi obtida pelo peso de 20 frutos. Foi realizada também uma estimativa do número total de frutos/planta por meio da contagem de frutos por ramo de produção.

3.2. ENSAIO EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

3.2.1. Caracterização do ensaio

Os ensaios em casa de vegetação foram conduzidos na Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB) localizada na Asa Norte, Gleba C. Os ensaios foram realizados no período de dezembro/2015 a maio/2016.

3.2.2. Coleta, purificação, identificação e multiplicação de *Meloidogyne enterolobii* em tomateiros

3.2.2.1. Coleta

A população de *M. enterolobii* utilizada para o ensaio em casa de vegetação foi coletada na mesma propriedade rural do ensaio em campo. Solo infestado foi coletado da

rizosfera de goiabeiras infectadas com *M. enterolobii* e utilizado para o cultivo de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Cruz Kada Gigante.

3.2.2.2. Purificação e multiplicação do inóculo

A purificação da população de *M. enterolobii* foi realizada, a partir do inóculo inicial, pela extração de massas de ovos individuais e inoculação em tomateiros. Os tomateiros inoculados foram mantidos em casa de vegetação para multiplicação do inóculo com temperatura entre 25 e 40 °C e umidade do ar de 50 a 80%.

3.2.2.3. Identificação

Após três meses da inoculação das massas de ovos, a identidade do nematoide foi confirmada pelo fenótipo de esterase através de corrida eletroforética com fêmeas individuais, coletadas de raízes infectadas de tomateiros. Mesmo procedimento do item 3.1.6 realizado em equipamento de sistema vertical de eletroforese Loccus do Brasil, modelo LCV-10X10 NC.

3.2.2.4. Renovação do inóculo

O inóculo foi renovado a cada três meses mediante a extração de ovos e J2 das raízes pela técnica de Hussey & Baker (1973) com trituração das raízes em liquidificador com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5%. A suspensão obtida foi novamente inoculada em tomateiros cultivados em sacos plásticos com capacidade para 2 litros de substrato.

3.2.3. Obtenção e plantio de mudas de goiabeiras

Para os ensaios em casa de vegetação foram utilizadas mudas (clones) de raiz nua de goiabeiras Cortibel RM, com cinco meses de idade, cedidas pela empresa FruCafé - Mudas e Plantas, localizada no município de Linhares, Estado de Espírito Santo. Antes

do transplante para vasos, as raízes das mudas foram imersas em solução fungicida por 3 minutos. Utilizou-se o fungicida Derosal 500 SC (Carbendazim/Benzimidazol) na dosagem 1 ml/L água. Após o tratamento fungicida, as mudas foram transferidas para sacos plásticos, próprios para mudas, contendo 5 L de substrato estéril constituído por mistura de solo e areia na proporção 1:1 e adubo NPK da formulação 4-14-8, na dosagem de 2 g/vaso.

Durante o período experimental, as goiabeiras foram tratadas com soluções fungicidas de forma preventiva e inseticidas para o controle curativo de cochonilhas, pulgões e formigas. As goiabeiras receberam mensalmente complementação mineral de 2 g/vaso de 4-14-8.

3.2.4. Extração de ovos de *Meloidogyne enterolobii* para inoculação em goiabeiras

Os tomateiros inoculados com *M. enterolobii* foram utilizados como fonte de inóculo para as goiabeiras mantidas em casa de vegetação. Assim, a parte aérea dos tomateiros foi cortada com auxílio de tesoura de poda e o sistema radicular das plantas foi lavado e cortado em pedaços de 2-3 cm de comprimento, com posterior trituração em liquidificador em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5%, sob baixa rotação, por 30 segundos. A suspensão foi passada em peneiras de 60, 150 e 500 mesh. O conteúdo da peneira de 500 mesh foi recolhido em béquer e quantificado sob microscópio de luz.

3.2.5. Inoculação de ovos de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeiras

Foram inoculados aproximadamente 10.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *M. enterolobii* em mudas de goiabeira com 16 meses de idade. O inóculo foi aplicado com auxílio de uma micropipeta de 1 ml e depositado em 4 orifícios opostos e distantes 5 cm do caule.

3.2.6. Delineamento experimental

Seguiu-se o delineamento inteiramente casualizado com 11 tratamentos e 5 repetições para o ensaio em campo e para o ensaio em casa de vegetação. Cada repetição correspondeu a uma goiabeira infectada e cada tratamento constituído por 5 plantas de goiaba. Os tratamentos utilizados foram: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produto comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality (Tabela 4).

3.2.7. Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos foram iniciados 27 dias após a inoculação de ovos/J2 nas goiabeiras. Os produtos foram diluídos em água e aplicados com auxílio de provetas de 1 litro. O tratamento 2 (Manipueira 50%) foi realizado mensalmente a um volume de 500 ml de calda/goiabeira, sendo 250 ml de manipueira industrial mais 250 ml de água. Os demais tratamentos foram aplicados trimestralmente com 500 ml de calda por produto. O volume máximo de calda aplicado por tratamento foi de 2L/goiabeira e relativo a mistura de 4 produtos. A dosagem dos produtos foi aplicada de acordo com a recomendação de cada fabricante (Tabela 4).

O ensaio foi conduzido no período de dezembro/2015 a maio/2016. Dessa maneira, o tratamento 2 recebeu 06 aplicações de Manipueira 50% e os demais tratamentos receberam 02 aplicações nos meses dezembro/2015 e março/2016. A avaliação foi realizada em junho/2016.

3.2.8. Análise Estatística

O programa ASSISTAT foi utilizado para as análises estatísticas do ensaio em vaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

3.2.9. Avaliação

Após seis meses de aplicação dos tratamentos, avaliou-se as seguintes variáveis:

a) Massa de raiz/goiabeira; b) Número de galhas e massas de ovos; c) Total de ovos/raiz/goiabeira; d) Total de J2 por 300 cc de solo/goiabeira.

3.2.9.1. Massa de raiz

Goiabeiras individuais tiveram o sistema radicular separado da parte aérea, lavadas em água corrente e secas ao ar. A massa das raízes foi determinada pela leitura em balança digital.

3.2.9.2. Galhas e massas de ovos em raízes de goiabeiras

Após lavagem em água corrente, raízes individuais de goiabeira foram imersas em solução de fucsina ácida (3,5g de fucsina ácida em 250 ml de ácido acético 99,7% e 750 ml de água destilada) por 15 minutos, de acordo com BYBD *et al.* (1983) e posteriormente lavadas em água corrente para eliminação do excesso de corante.

3.2.9.3. Análise da infecção de raízes por escala de notas

Todo sistema radicular de goiabeiras inoculadas com *M. enterolobii*, tanto as tratadas quanto as não tratadas, apresentavam galhas e massa de ovos acima de 100, assim, foi desenvolvida uma escala de notas para avaliação das raízes em substituição ao índice de galhas e de massas de ovos proposto por Taylor & Sasser (1978). A escala foi desenvolvida com base no nível de infecção separado em 11 notas (classes de infecção) e observadas as seguintes características: galhas superficiais ou galhas por toda raiz;

massa da raiz superior ou igual a 46g ou inferior a 46g; ovos/g de raiz superior ou igual a 1000 ou inferior a 1000; e fator de reprodução (FR) superior ou igual a 5 ou inferior a 5. Os valores de massa da raiz (MR) foram determinados de acordo com o item 3.2.9.1; os ovos/g de raiz (O/g) foram obtidos pela soma do número total de ovos (TO) e J2 extraídos de raízes individuais (item 3.2.4) dividido pela massa de raízes ($O/g = TO + J2 / MR$). O fator de reprodução (FR) foi obtido pela expressão ($FR = Pf / Pi$, onde Pf = população final por sistema radicular e Pi = população inicial inoculada), de acordo com Oostenbrink, 1966. Dessa maneira, as classes de infecção foram distribuídas de acordo com a descrição da severidade dos sintomas. (Tabela 7).

3.2.9.4. Extração de ovos e J2 de raízes de goiabeiras

Ovos e eventuais J2 foram extraídos de raízes individuais, segundo metodologia já descrita (3.2.4). O número total de ovos foi estimado em lâmina de contagem e leitura em microscópio ótico, em objetiva de 40X.

3.2.9.4. Extração de J2 de solo

Visando a quantificação de estádios infectantes J2, amostras de 300 cm³ de solo foram coletadas de acordo com metodologia já descrita (5.1.5). A análise nematológica foi realizada pela extração de solo em goiabeiras individuais 30 dias após ao término dos tratamentos. A quantificação de J2 foi estimada em lâmina de contagem com leitura em microscópio ótico.

4. RESULTADOS

A população utilizada neste estudo foi identificada pelo fenótipo de esterase (Est) apresentando o fenótipo M2 (Figura 3).

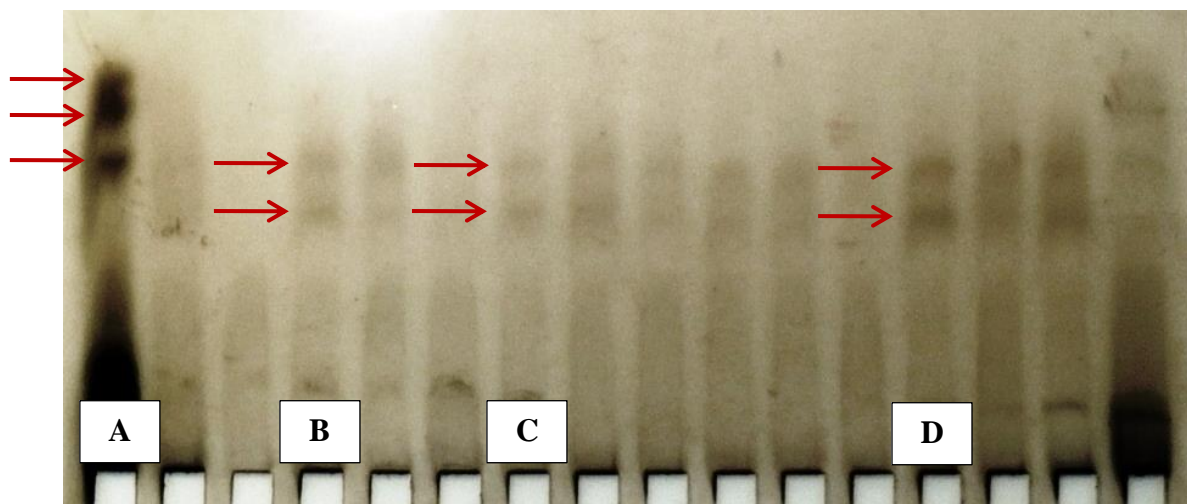


Figura 3: Perfis de esterase (EST) de *Meloidogyne* spp. (A) *M. javanica* usado como padrão de EST – Fenótipo J3; (B), (C), (D) *M. enterolobii* – Fenótipo M2, da população utilizada neste estudo.

A amostra de manipueira analisada, como suporte aos ensaios em campo e em vasos, apresentou em sua composição os macronutrientes nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, enxofre e magnésio e os micronutrientes zinco, manganês, cobre, ferro, cobalto, molibdênio e boro (Tabela 5).

Os valores de nitrogênio e potássio foram os mais elevados, seguidos de magnésio, fósforo, cálcio e enxofre. Os micronutrientes em maior concentração foram ferro, seguido de zinco, cobre e manganês, sendo que sódio não foi detectado. O pH em água da amostra analisada foi de 5,95 e o teor de cianeto estimado em 30 ppm. Análise química comparativa da amostra analisada neste estudo com amostras de manipueira de outras fontes está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Composição química de amostra de manipeira da fonte de coletas deste estudo e comparação com a de outras fontes da literatura.

Nutrientes (mg.L⁻¹)	Este Trabalho¹	Barreto (2012)²	Duarte (2012)³	Melo (2010)⁴	Marques (2009)⁵
Potássio	2.800,0	5.900,0	1.977,0	1.060,0	3.456,3
Fósforo	400,0	667,5	740,0	198,0	32,7
Cálcio	200,0	376,0	240,0	661,0	278,3
Magnésio	600,0	1.532,3	360,0	408,0	617,2
Sódio	-	126,0	460,0	-	22,1
Nitrogênio	3.300,0	1.592,3	980,0	1.950,0	1.626,7
Zinco	1,20	-	2,60	17,0	4,89
Manganês	0,80	-	2,80	2,4	1,07
Cobre	1,0	-	20,0	1,3	0,64
Ferro	15,0	-	10,0	6,6	7,13
Enxofre	300,0	-	-	-	-
Cobalto	0,01	-	-	-	-
Molibdênio	0,01	-	-	-	-
Boro	0,02	-	-	-	-
CN ⁻	30	-	-	-	-
pH H ₂ O	5,95	5,83	4,08	-	4,73

1 – Fecularia Panero localizada em Nerópolis/GO; 2 – Fecularia localizada em Pombos/PE; 3 – Fecularia localizada em Pombos/PE; 4 – Fecularia localizada em Itabaiana/SE; 5 – Fecularia da Coopatan (Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves) localizada em Tancredo Neves/BA.

4.1. Ensaio em Campo

4.1.1. Análise química e física de solo

A área experimental apresentou, antes da aplicação dos tratamentos, pH em CaCl₂ de 4,7, teor de matéria orgânica 43, relação Ca+Mg 3,0 cmolc/dm³ e teor de alumínio 0,2 cmolc/dm³. Os macronutrientes em ordem decrescente de concentração foram Ca, Mg, K e P. O micronutriente Zn foi detectado na concentração de 3,6 mg/dm³ (Tabela 6). O solo da área experimental, antes do início dos ensaios, era composto por 34% de argila, 56% de areia e 10% de silte.

Não houve diferença estatística entre os minerais detectados em solo tratado apenas com água (Testemunha) e em solo tratado com manipueira 50%. No entanto, houve redução significativa nos teores de Al no solo de goiabeiras tratadas com manipueira 50% em relação à testemunha somente água (Tabela 6).

4.1.2. Avaliação populacional de *Meloidogyne enterolobii*

As goiabeiras selecionadas para compor o ensaio em campo apresentaram diferentes níveis de inóculo inicial. A maior população inicial foi encontrada para o tratamento 2 (manipueira 50%) e tratamento 8 (manipueira + Quality) (Figura 4). Após 6 meses do início dos tratamentos (2^a leitura), houve redução de J₂ de *M. enterolobii* em goiabeiras tratadas e não tratadas. Após 10 meses (3^a leitura), a testemunha, juntamente com os tratamentos 8 e 10, sofreram aumento populacional, este último com aumento populacional superior ao da população inicial (Figura 4).

Tabela 6. Análise química de solo da área experimental em Jaraguá (GO), antes da aplicação dos tratamentos e em parcelas tratadas apenas com água e tratadas com manipueira 50%.

Unidade	Nutrientes	Concentração inicial área	Testemunha Água	Manipueira 50%
cmolc/dm³ (mE/100ml)	Ca	2,1	1,4 a	1,27 a
	Mg	0,9	0,4 a	0,66 a
	Al	0,2	0,76 a	0,33 b
	H+Al	2,9	2,6 a	2,43 a
	K	0,31	0,33 a	0,29 a
mg/dm³ (ppm)	K	120,0	131,33 a	117 a
	P (Melich)	35,4	90,33 a	70,83 a
mg/dm³ (ppm)	Zn	3,6	8,33 a	2,76 a
pH em CaCl₂	H	4,7	4,6 a	4,7 a
	CTC	6,27	4,73 a	4,66 a
Relação	Ca/Mg	2,33	3,4 a	2,02 a
	Sat. Bases	53,69	44,14 a	47,85 a
%	Sat. Al	16,50	27,48 a	13,37 a
	Ca/CTC	33,49	28,75 a	27,33 a
	Mg/CTC	14,35	8,36 a	14,31 a
	K/CTC	4,94	7,02 a	6,35 a
	H+Al/CTC	46,25	56,85 a	52,14 a
g/dm³	Mat. Org.	43,00	24,33 a	27,0 a
	Carbono	24,94	14,11 a	15,66 a

Considerando a última leitura (10^o mês), os tratamentos que causaram maior redução de J₂ no solo, em ordem decrescente, foram 2, 4, 9, 6, 3, 11, 5, 7, 1, 10 e 8 (Figura 4). Tendo em vista a média das leituras do 6^o e 10^o meses, os tratamentos apresentaram valores médios de J₂/300 cc de solo inferiores à população inicial, sendo os tratamentos com menor número de J₂, em ordem decrescente, 9, 3 e 2.

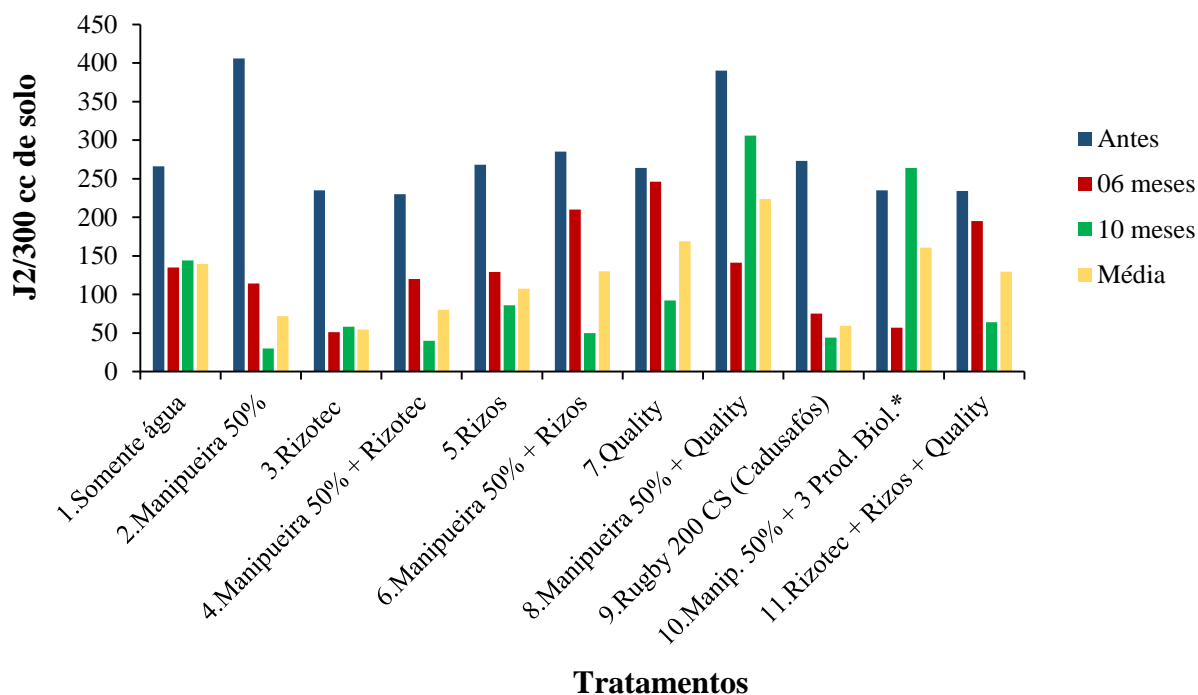


Figura 4. Flutuação populacional de estádios infectantes J_2 de *Meloidogyne enterolobii* em amostras de 300cc de solo, coletadas em goiabeiras individuais em ensaio de campo, antes e após o início dos tratamentos. *10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality.

Considerando que houve redução de J_2 de *M. enterolobii* em plantas tratadas apenas com água, os tratamentos, em ordem decrescente de eficácia, que apresentaram redução superior à testemunha foram 9, 2, 3, 4, 5 e 6. Já os tratamentos cuja redução de J_2 foi inferior à testemunha foram 10, 7, 8 e 11 (Figura 5).

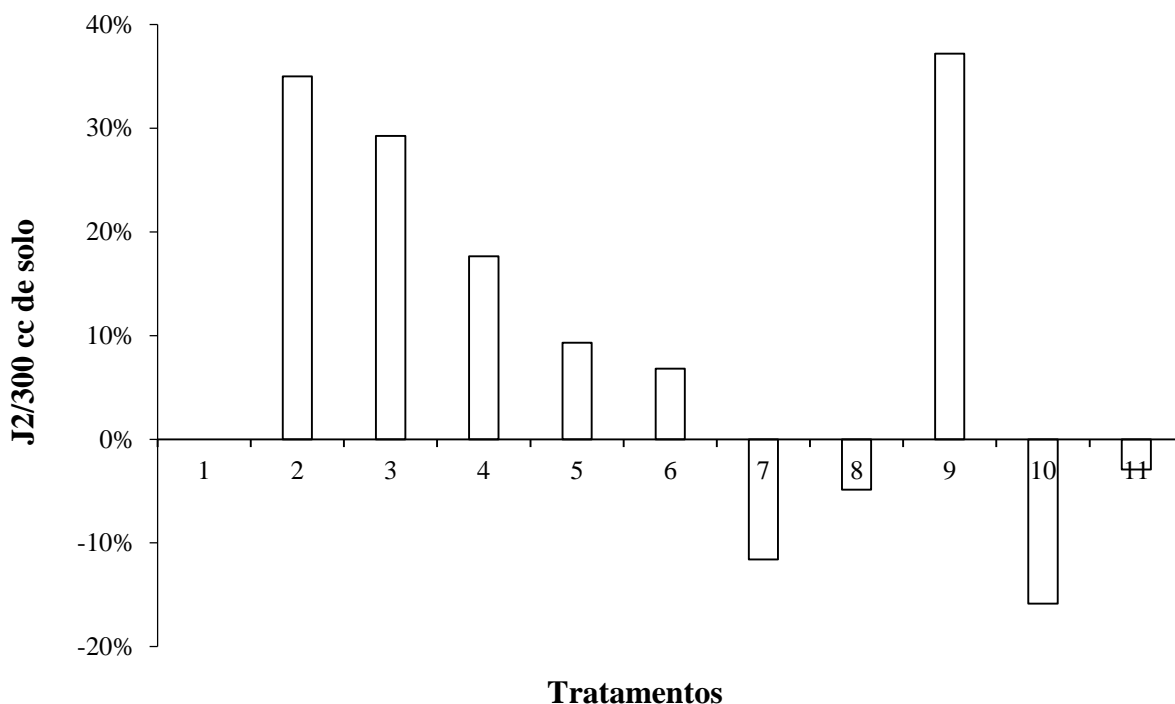


Figura 5. Porcentagem de redução de J2/300cc, de amostras coletadas em goiabeiras individuais em ensaio de campo sob diferentes tratamentos, em relação à testemunha: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produtos comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality.

4.1.3. Variáveis de produção

A produção por goiabeira foi avaliada com base na massa de 20 frutos. Os tratamentos que, em ordem decrescente, proporcionaram produção de frutos superior à testemunha foram 7 (16%), 4 (15%), 10 (11%), 6 e 3 (10%) e 2 (6%). A maior média de produção foi obtidas com os tratamentos 7 (16%) e 4 (15%). Os tratamentos com médias inferiores à testemunha foram 5 (-16%), 9 (-15%), 8 (-10%) e 11 (-4%) (Figura 6).

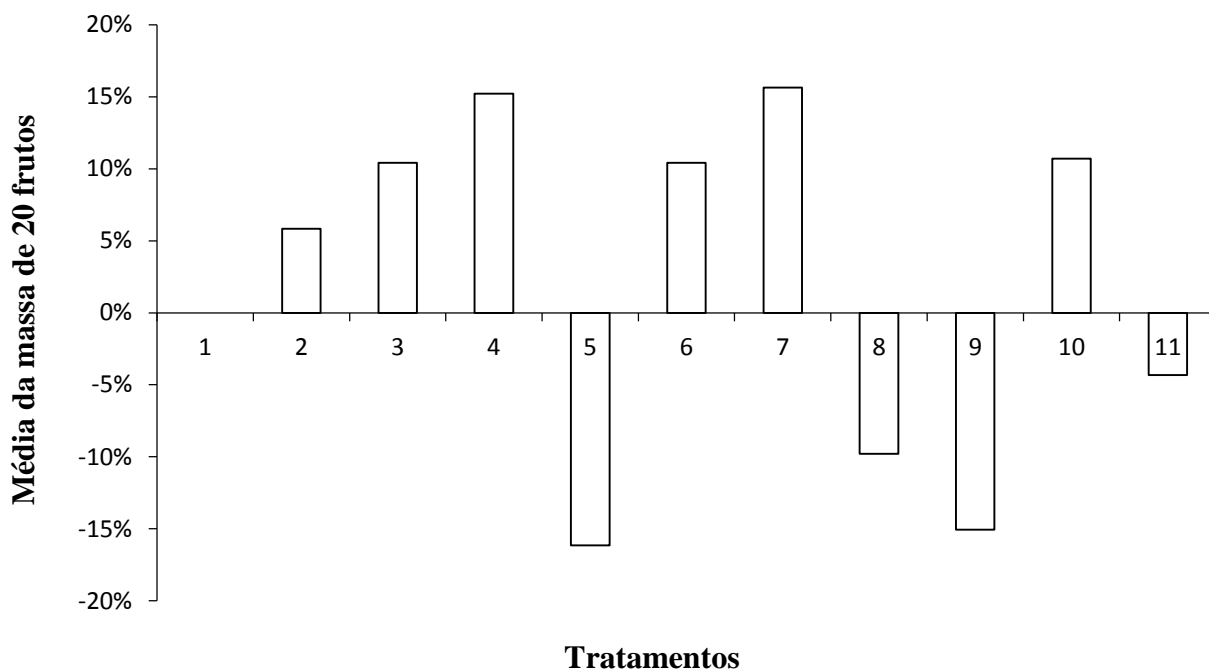


Figura 6. Média da massa total de 20 frutos em relação à testemunha. Ensaio em campo com os seguintes tratamentos: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produtos comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality.

A produção por planta também foi avaliada pela contagem do número total de frutos em goiabeiras sob os diferentes tratamentos. Maior quantidade de frutos em relação à testemunha foi contabilizada para os tratamentos 7 (13%), 10 (7%), 11 (6%), 6 e 4 (4%) e 3 (1%) e quantidade inferior à testemunha para os tratamentos 5 (-13%), 2 (-31%), 8 (-39%) e 9 (-34%) (Figura 7).

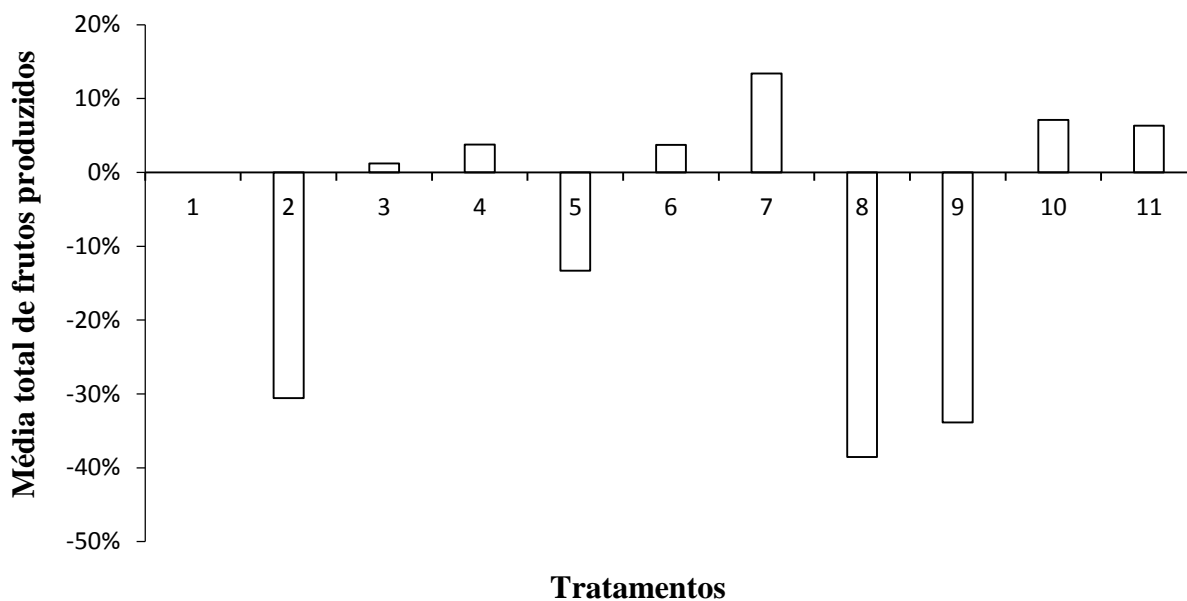


Figura 7. Média do total de frutos de goiaba produzidos em goiabeiras sob diferentes tratamentos em relação à testemunha. Ensaio em campo com os seguintes tratamentos: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produtos comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality.

4.2. Ensaio em Condições Controladas

No geral, plantas inoculadas com *M. enterolobii* apresentaram maior massa radicular do que plantas não inoculadas. Valores de massa radicular superiores à testemunha inoculada foram encontrados para os tratamentos 11 (31%), 5(20%), 4(16%), 8(14%), 6(10%), 7(5%) e 2(2%) e inferiores à testemunha inoculada nos tratamentos 9 (-7%), 10 (-6%) e 3 (-4%) (Figura 8).

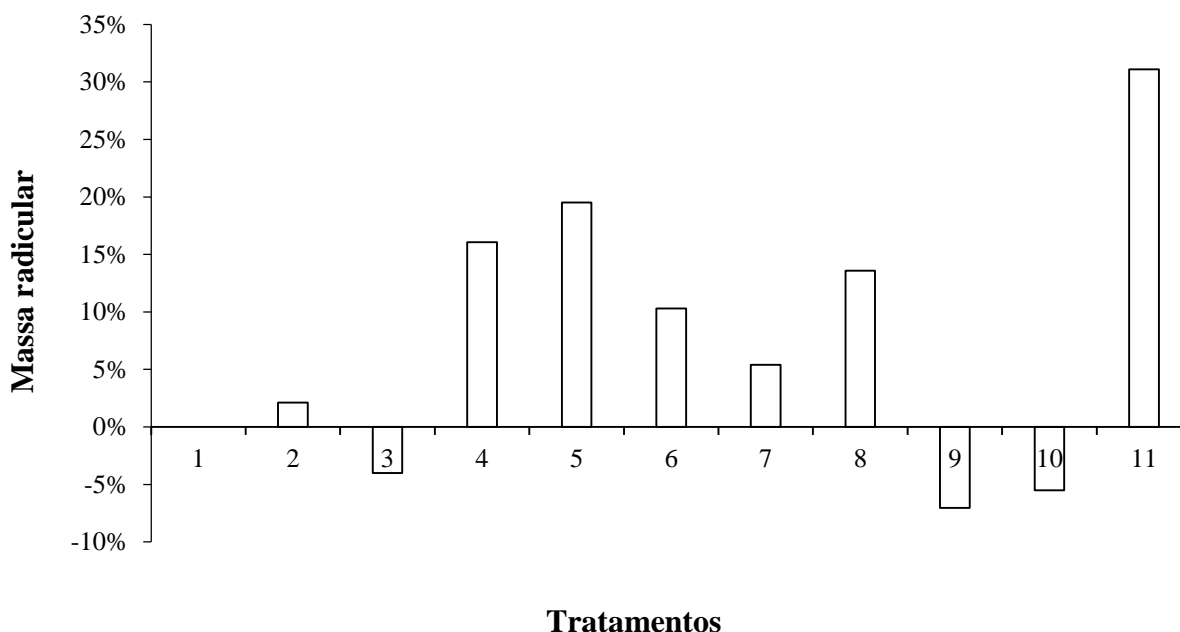


Figura 8. Porcentagem da massa radicular de plantas inoculadas com *Meloidogyne enterolobii* em relação à testemunha. Ensaio em casa de vegetação sob os seguintes tratamentos: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produtos comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality.

Com relação ao total de ovos produzidos por *M. enterolobii* em raízes de goiabeiras, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 9). Maior redução de ovos, em ordem decrescente de eficácia, ocorreu para os tratamentos 2, 3, 9, 4, 8, 6, 7, 1, 10, 11 e 5. Essa mesma ordem foi mantida para o fator de reprodução e redução do fator de reprodução em relação à testemunha (Figura 10). Essa ordem foi alterada apenas para ovos/g de raiz, sendo o tratamento 4 com menor produção de ovos que o tratamento 9. Os demais seguiram a mesma sequência de eficiência (Figura 11).

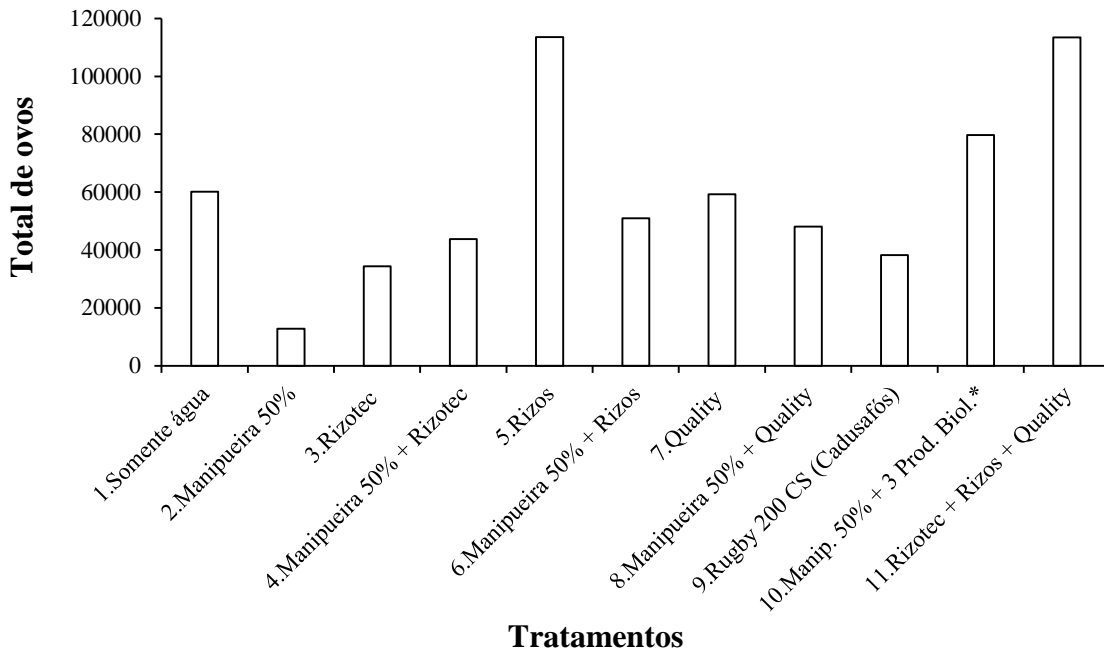


Figura 9. Total de ovos produzidos em raízes de goiabeiras inoculadas com *Meloidogyne enterolobii*, em ensaio em casa de vegetação sob diferentes tratamentos.

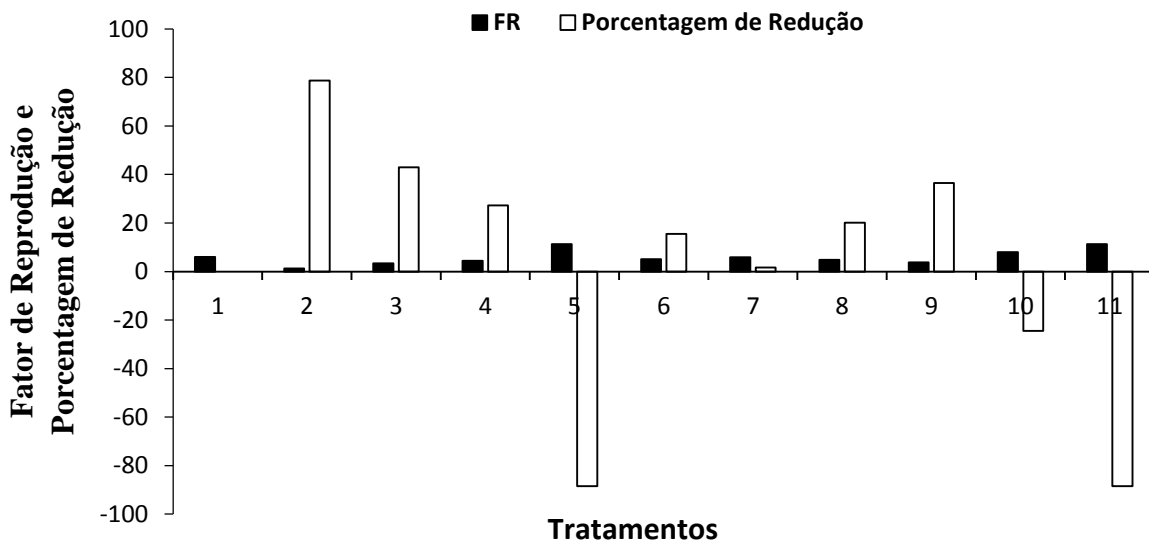


Figura 10. Fator de reprodução e porcentagem de redução do fator de reprodução em relação à testemunha, em casa de vegetação sob os seguintes tratamentos: 1. Somente água; 2. Manipueira 50%; 3. Produtos comercial Rizotec (*Pochonia chlamydosporia*); 4. Manipueira 50% + Rizotec; 5. Produto comercial Rizos (*Bacillus subtilis*); 6. Manipueira 50% + Rizos; 7. Produto comercial Quality (*Trichoderma asperellum*); 8. Manipueira 50% + Quality; 9. Nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós); 10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality; 11. Rizotec + Rizos + Quality.

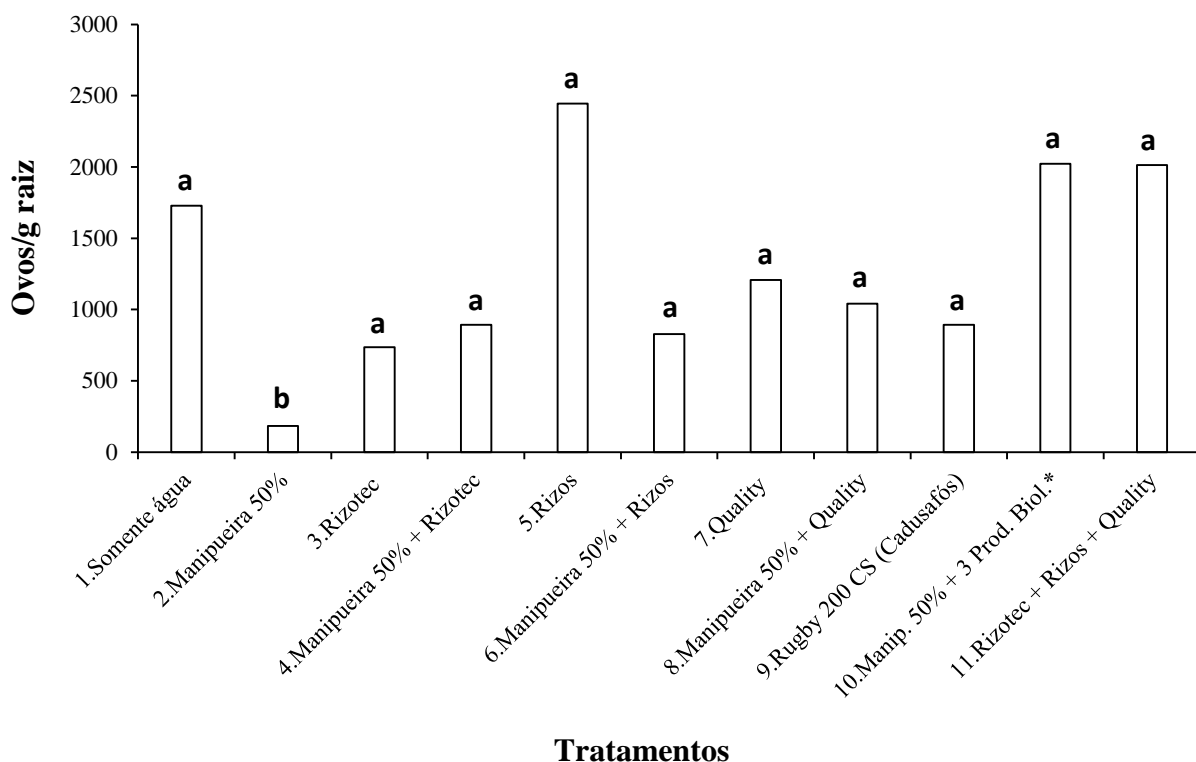


Figura 11. Ovos de *M. enterolobii* por grama de raiz extraídos de goiabeiras inoculadas, em ensaio em casa de vegetação sob diferentes tratamentos. *10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality **Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (Dados transformados em $X = \log(X)$; Média geral = 1.271,67; CV% = 11,17). Análise estatística pelo programa Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2016).

Com relação aos J2 do solo dos vasos com goiabeiras inoculadas, a testemunha e o tratamento 5 diferiram dos demais tratamentos por apresentarem os mais altos valores. Já os tratamentos 3, 7 e 11 diferiram da testemunha, mas não entre si, enquanto os tratamentos 4, 6, 8 e 9 diferiram dos anteriores, mas não entre si. Os tratamentos com menor número de J2 foram 2 e 10 por diferirem dos anteriores, mas não entre si (Figura 12).

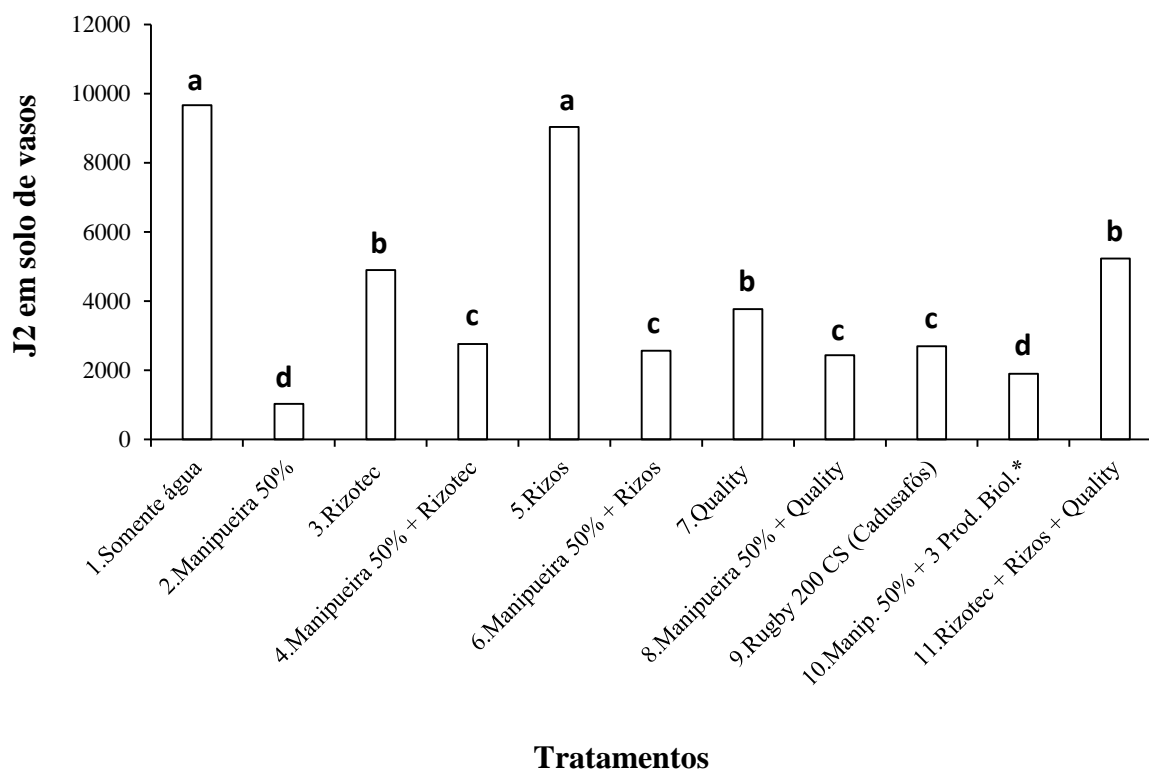


Figura 12. Quantificação de J2 em solo de vasos cultivados com goiabeiras inoculadas com *Meloidogyne enterolobii* sob diferentes tratamentos. *10. Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality **Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade (Dados transformados em $X = \log(X)$; Média geral = 4.181,52; CV% = 8,44) Análise estatística pelo programa Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2016).

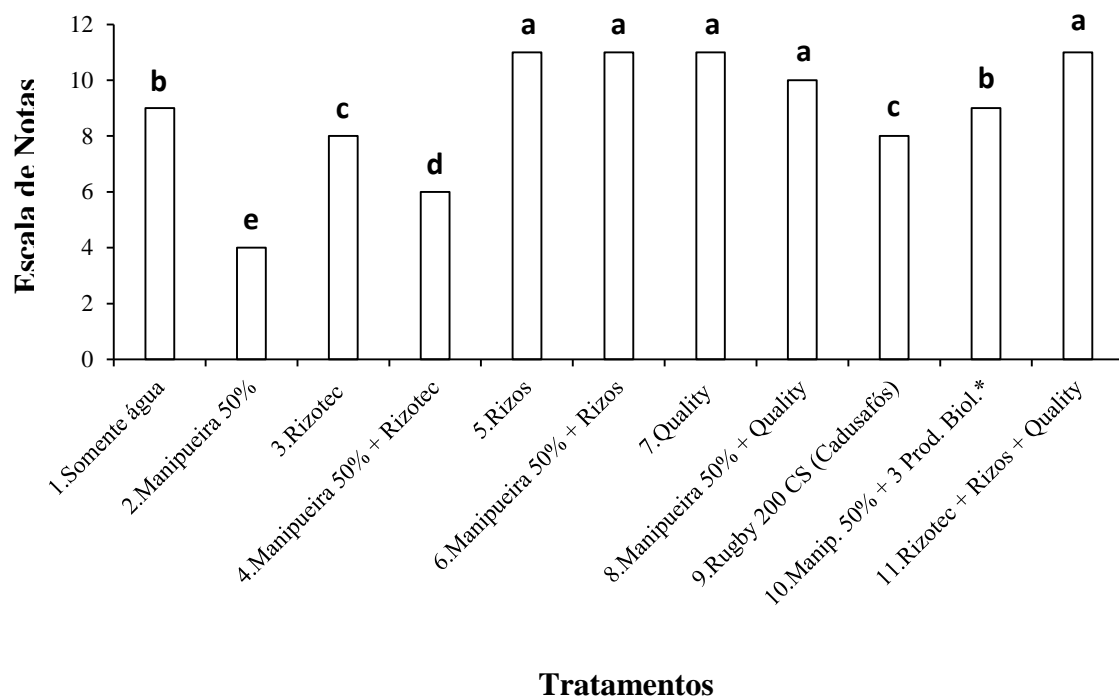


Figura 13. Escala de notas aplicada a raízes de goiabeiras cultivadas em vasos e inoculadas com *Meloidogyne enterolobii*. *Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade (Média geral = 8,84; CV% = 8,22). Análise estatística pelo programa Assistat (SILVA & AZEVEDO, 2016).

Tabela 7. Escala de notas para avaliação do sistema radicular de goiabeiras infectadas por *Meloidogyne enterolobii*.

Classe de infecção	Índice galhas/ massa ovos	Descrição da severidade dos sintomas
0	0	Sem galhas
1	1	Traços, menos de 10 galhas
2	25	Muito leve, chegando até 25 galhas
3	26-99	Leve, de 26 a 99 galhas
4	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas superficiais, massa de raiz inferior a 46 g, ovos/g de raiz inferior a 1000, FR inferior a 5,0.
5	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas superficiais, massa de raiz inferior a 46 g, ovos/g de raiz superior ou igual a 1000, FR superior ou igual a 5,0.
6	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas superficiais, massa de raiz superior ou igual a 46 g, ovos/g de raiz inferior a 1000, FR inferior a 5
7	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas superficiais, massa de raiz superior ou igual a 46 g, ovos/g de raiz superior ou igual a 1000, FR superior ou igual a 5,0.
8	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas por toda raiz, massa de raiz inferior a 46 g, ovos/g de raiz inferior a 1000, FR inferior a 5,0.
9	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas por toda raiz, massa de raiz inferior a 46 g, ovos/g de raiz superior ou igual a 1000, FR superior ou igual a 5,0.
10	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas por toda raiz, massa de raiz superior ou igual a 46 g, ovos/g de raiz inferior a 1000, FR inferior a 5,0.
11	Acima de 100	Raízes com 100 ou mais galhas por toda raiz, massa de raiz superior ou igual a 46 g, ovos/g de raiz superior ou igual a 1000, FR superior ou igual a 5,0.

5. DISCUSSÃO

5.1. Manipueira: composição e efeito sobre plantas e solo

Em goiabeiras, o parasitismo por *M. enterolobii* altera fortemente a nutrição das plantas, as quais absorvem menos cálcio e magnésio e acumulam manganês em seus tecidos, apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio (GOMES *et al.*, 2008a). Em pomares de goiabeira moderadamente infestados por *M. enterolobii* é possível a convivência com a doença, mediante a aplicação combinada de adubações químicas e compostos orgânicos adicionados ao solo, tornando o pomar produtivo por mais tempo (GOMES *et al.*, 2010).

Os teores de macro e micronutrientes e pH encontrados em manipueira variam em função da amostra, cultivar, manejo, condições edafoclimáticas do cultivo e tipo de processamento industrial da mandioca (FIORETTO, 1994; MARQUES, 2009). Segundo Cereda e Fioretto (1981), a manipueira é rica em potássio, sendo composta também por nutrientes como nitrogênio, cálcio e magnésio e por micronutrientes.

Nesse estudo, foram detectados teores maiores de nitrogênio do que potássio, de acordo com Melo (2010). No entanto, outros estudos apontam potássio como o nutriente mais abundante em manipueira (MARQUES, 2009; BARRETO, 2012; DUARTE *et al.*, 2012). Segundo Nasu (2008), os teores de macronutrientes e micronutrientes em manipueira variaram em função da cultivar de mandioca e da feccularia, alvo das coletas. Assim, os dados encontrados nesse estudo permitem concluir que a manipueira industrial é fonte de macronutrientes e micronutrientes, podendo ser utilizada em agricultura para a nutrição de plantas.

A aplicação de manipueira na agricultura foi observada por diversos autores, tanto no aumento da produtividade das plantas (ARAGÃO e PONTE, 1995; CARDOSO *et al.*, 2009; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2012), como no aumento do comprimento e diâmetro de raízes,

melhorando o desenvolvimento das plantas (VIEITES e BRINHOLI, 1994; SANTOS *et al.*, 2010; SALVADOR *et al.*, 2012; DUARTE *et al.*, 2012). Além de um aumento da disponibilidade de fósforo, zinco, potássio total e potássio disponível às plantas, quando aplicada ao solo (SARAIVA *et al.*, 2007; INOUE *et al.*, 2010).

Apesar dos efeitos benéficos da aplicação de manipueira como fonte nutricional às plantas, a aplicação indevida sem o conhecimento prévio da fertilidade dos solos pode provocar dispersão de argilas e/ou desequilíbrio nutricional, afetando negativamente as plantas (MELO *et al.*, 2006).

Segundo Duarte *et al.* (2013), a incorporação de manipueira aos solos pode contribuir também para o aumento do pH devido à elevada concentração de cátions trocáveis em sua composição como potássio, magnésio e cálcio. Uma das maiores limitações à produção agrícola é a acidez dos solos, a qual reduz a disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica às plantas. Segundo o autor, são considerados valores ótimos de pH aqueles situados entre 6,0 e 6,5 (MALAVOLTA, 1997).

Nesse estudo, detectou-se redução significativa dos teores de Al em solo cultivado com goiabeiras tratadas com manipueira 50% em relação à testemunha tratada com água. Essa redução pode ser explicada pela adição de cátions trocáveis ao solo via manipueira e aumento da saturação de bases. Segundo Fageria (2001) e Souza *et al.* (2007), o aumento da saturação de bases em solos aumenta a adsorção de minerais no complexo de troca, favorecendo a CTC do solo e deslocando alumínio e hidrogênio do complexo de troca para a solução do solo, os quais são responsáveis pela acidez potencial. Na solução do solo, o Al se complexa com sulfato formando $Al_2(SO_4)_3$. Íons alumínio na solução do solo podem inibir o crescimento radicular, com reflexos negativos ao desenvolvimento vegetal (BEUTLER, 2001).

O teor de CN^- em manipueira é dependente da concentração de glicosídeos cianogênicos presentes em raízes de mandioca por ocasião da prensagem, sendo variável entre cultivares. Cultivares denominadas de "bravas" apresentam teores de glicosídeos cianogênicos acima de 100 mg L^{-1} , enquanto cultivares tidas como "moderadas" apresentam entre 50 e 100 mg L^{-1} de CN^- e aquelas tidas como "mansas", níveis inferiores a 50 mg L^{-1} (CARVALHO, 1992).

O teor de CN^- da amostra coletada, nesse trabalho, foi estimado em 30 mg L^{-1} (Tabela 8), eficiente no controle de *M. enterolobii* em goiabeiras. Teores variados de CN^- em manipueira (25 a $52,2 \text{ mg L}^{-1}$) têm sido relatados por diferentes autores como eficientes no controle de *Meloidogyne* spp. (PONTE, 1992; CHISTÉ e COHEN, 2011; PANTAROTO, 2001; LEONEL e CEREDA, 1995 e NASU *et al.*, 2015). Como a manipueira utilizada no controle de *M. enterolobii* foi diluída 50%, considera-se apenas metade da concentração original, ou seja, 15 mg L^{-1} para a amostra analisada caso fosse aplicada. Embora a dose letal (DL50) de CN^- em nematoides ainda não tenha sido determinada, em ratos a (DL50) para CN^- foi relatada em 35 mg L^{-1} Cereda e Lopes (2003). Os teores de cianeto são variáveis entre cultivares de mandioca (CARVALHO, 1992). Apesar da manipueira de origem industrial ser oriunda da prensagem da mistura de cultivares, os teores de cianeto detectados até então têm sido eficientes no controle de nematoides fitoparasitas. Este é o primeiro estudo de controle de *M. enterolobii* com manipueira 50%, através de testes em campo e em vasos.

Neste estudo, o volume aplicado de calda de manipueira 50%, em campo, foi de 10 L/goiabeira . Há relatos de volumes variados aplicados em agricultura para diferentes fins (NASU *et al.*, 2010; NASU *et al.*, 2015, PONTE *et al.*, 1987; FRANCO *et al.*, 1990). Estudos iniciais relacionados ao volume de calda de manipueira, aplicado no controle de nematoides, foram desenvolvidos por Ponte *et al.* (1987) e Franco *et al.* (1990), com o relato de controle eficiente com 4 L m^2 . Nesse estudo, em se tratando de goiabeiras com 7 anos de idade, o volume

de 10 L m² foi eficiente no controle de *M. enterolobii* em campo, mas não o suficiente para aumentar a concentração de nutrientes no solo.

5.2. Análise geral dos tratamentos e testemunha negativa

Neste estudo, houve redução de J₂ de *M. enterolobii* em campo, em goiabeiras tratadas somente com água e aquelas tratadas com diferentes produtos, ao longo de 13 meses de ensaio (Figura 4). O fato de goiabeiras tratadas apenas com água terem sofrido redução da população de J₂ no solo pode ser explicado pelas variáveis climáticas, temperatura e umidade, ao longo do período de realização do experimento e também pelo declínio das plantas não tratadas.

No geral, plantas tratadas com produtos visando o controle de *M. enterolobii* apresentaram variáveis de produção e variáveis do nematoide superiores à testemunha. No entanto, o tratamento à base de *B. subtilis* (5) ou aqueles em mistura, 10 (Manipueira 50% + Rizotec + Rizos + Quality) e 11 (Rizotec + Rizos + Quality), tiveram um desempenho inferior ao da testemunha para a maioria das variáveis analisadas em ambos os ensaios (campo e vasos).

O nematicida Rugby 200 CS (Cadusafós) foi utilizado como controle positivo nos ensaios em campo e em vasos, tendo sido um dos melhores tratamentos na redução de J₂ em campo. Em vasos, reduziu significativamente ovos e J₂ e, em consequência, o fator de reprodução de *M. enterolobii*.

Apesar do efeito nematicida, goiabeiras tratadas com Cadusafós produziram massa de frutos inferior à testemunha. Esta molécula não havia sido testada anteriormente em goiabeiras no controle deste nematoide, não havendo recomendação do Ministério da Agricultura para seu uso em goiabeiras. Em se tratando de uma molécula altamente tóxica ao homem e ao meio ambiente, o uso de Cadusafós e de outros nematicidas deve ser observado com restrição antes de qualquer recomendação. Dados da literatura (FERREIRA, 2015) e os encontrados neste estudo, permitem concluir que Cadusafós (Rugby 200 CS) é um nematicida que pode ser

utilizado como controle positivo em ensaios de controle de testes de produtos no controle de nematoides.

5.3. Manipueira no controle de *Meloidogyne enterolobii*

O tratamento mais eficiente na redução de J₂ e ovos de *M. enterolobii* foi manipueira 50%. Goiabeiras cultivadas em vasos e tratadas com manipueira 50% apresentaram, em média, FR= 1,28 e, a mais elevada porcentagem de redução do FR em relação à testemunha (78,74%), culminando com uma massa de 20 frutos 6% superior à testemunha.

Vários estudos relatam o potencial nematicida de manipueira no controle de fitonematoides, como para *M. javanica* e *M. incognita* em quiabeiros (PONTE *et al.*, 1979; PONTE e FRANCO, 1981); *Meloidogyne* spp. em cenoura (*Daucus carota* L.) (SENA & PONTE, 1982; BALDIN *et al.*, 2012); *M. incognita* em mamoeiros e tomateiros (DAMASCENO *et al.*, 2008; NASU *et al.*, 2010; NASU *et al.*, 2015); e *M. ethiopica* em yacon (OLIVEIRA e JACOMINI, 2009).

O efeito *in vitro* de manipueira foi relatado para diferentes espécies de nematoide das galhas como *M. incognita* (NASU, 2010; MAZZONETTO *et al.*, 2015), *M. javanica*, *M. enterolobii* e *M. exigua* (CÂMARA, 2015) e também para outros nematoides como *Tubixaba tuxaua* Monteiro & Lordello, 1980 (GRABOWSKI *et al.*, 2007), *Scutellonema bradys* Steiner e LeHew, 1933 (BARBOSA *et al.*, 2010b) e *Heterodera glycines* Ichinohe, 1915 (COMERLATO, 2009).

A flutuação populacional de estádios infectantes J₂/300 cc de solo infestado com *M. enterolobii* no ensaio em campo, demonstra a eficiência de manipueira 50% na redução de 35% de J₂ em plantas tratadas. Em vasos, também houve forte redução com o mesmo tratamento. Redução de J₂ de *M. incognita* em campo para a cultura do figo e de *M. paranaensis* para a cultura do café, foi relatada por FORMENTINI (2009) e ESTEVEZ (2008), respectivamente.

5.4. *P. chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne enterolobii*

Os fungos nematófagos testados nesse estudo foram *P. chlamydosporia* e *T. asperellum*. Ambos os gêneros, *Pochonia* e *Trichoderma*, abrigam espécies muito utilizadas em estudos envolvendo o biocontrole de nematoides fitoparasitas. Para alguns desses fungos já existem produtos comerciais disponíveis no mercado brasileiro e internacional.

Pochonia chlamydosporia é um fungo oportunista que vive saprofiticamente no solo, não dependendo de nematoides para a sua alimentação, além de apresentar clamidósporos como eficiente mecanismo de sobrevivência. No entanto, na presença de nematoides, *P. chlamydosporia* parasita ovos e fêmeas (STIRLING, 1991; SHARON *et al.*, 2001).

Considerando os resultados deste estudo para o tratamento envolvendo apenas *P. chlamydosporia*, houve redução significativa de J₂ no solo dos vasos em casa de vegetação (43% redução) em relação à testemunha e outros tratamentos. Em campo, houve redução de J₂ em solo coletado da rizosfera de goiabeiras infectadas, provavelmente pela ação do fungo como parasita de ovos. Considerando os resultados obtidos da análise de outras variáveis como total de ovos e ovos/g de raiz, observa-se forte redução de ovos produzidos pelo nematoide, tendo em vista o fator de reprodução (FR= 3,4) e a porcentagem de redução de 43% em relação à testemunha. Resultados obtidos por outros autores corroboram com os encontrados neste estudo.

Relatos da literatura mostram o grande potencial de redução dos isolados de *P. chlamydosporia*, como no controle de *M. incognita* em soja (HAHN *et al.*, 2015) e em tomateiros (YANG *et al.*, 2012); de *M. javanica* também em tomateiros (COUTINHO *et al.*, 2009; DALLEMOLE-GIARETTA *et al.*, 2014), na cultura do pepino (VIGGIANO *et al.*, 2014) e em tabaco (REDOLFI, 2014). Carneiro *et al.* (2011) observaram que *P. chlamydosporia* pode ser utilizado como agente de biocontrole contra *M. enterolobii* em goiabeiras, o que corrobora com os resultados obtidos neste trabalho.

Nesse estudo, a variável produção, avaliada pela massa de 20 frutos, obteve-se como resultado para goiabeiras em campo tratadas com *P. chlamydosporia* o valor de 6% superior à testemunha. O aumento na produção ocorreu provavelmente devido à redução da taxa reprodutiva do nematoide.

Como fêmeas de *Meloidogyne* depositam grande quantidade de ovos em massa gelatinosa protetora, é provável que esta ação potencialize o parasitismo pelo fungo cujas hifas colonizam a rizosfera das plantas. Ao se deparar com as massas de ovos, o fungo penetra a barreira protetora e encontra muitos ovos aglomerados, favorecendo o seu parasitismo. No entanto, a sua ação não ocorre para massas de ovos depositadas internamente aos tecidos das raízes, como ocorre em algumas hospedeiras, mas sim para massas de ovos depositadas na rizosfera das plantas infectadas (ATKINS *et al.*, 2003; BAILEY *et al.*, 2008).

5.5. *Trichoderma asperellum* no controle de *Meloidogyne enterolobii*

As espécies de *Trichoderma* mais utilizadas no controle de fitopatógenos são *T. viride*, *T. harzianum*, *T. atroviride* e *T. asperellum*. Além da ação sobre nematoides, *T. asperellum* promove também o desenvolvimento vegetal, atuando como fungo endofítico (BETTIOL, 2009).

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que *T. asperellum* reduziu a população de J₂ de *M. enterolobii* em campo. Em vasos, houve redução significativa de J₂ no solo em relação à testemunha, com 1,66% de redução do FR em relação à testemunha, o que sugere redução na produção de ovos. Este é o primeiro estudo envolvendo *T. asperellum* no controle de *M. enterolobii*.

A redução de J₂ no solo, já havia sido observada por Jindapunnapat *et al.* (2013) com o uso de produto comercial à base de *T. harzianum* no controle de *M. enterolobii* em goiabeiras infectadas em campo. *Trichoderma harzianum* foi observado reduzindo a população de *M.*

javanica em solo cultivado com quiabeiros (SIDDIQUI *et al.*, 2001), com tomateiros (SHARON *et al.*, 2001; AL-HAZMI *et al.*, 2016)); de *M. incognita* em pepinos (MASCARIN *et al.* (2012) e em quiabeiros (MUKHTAR *et al.*, 2013). Estes resultados reforçam o relato de Eapen *et al.* (2005) sobre os mecanismos de ação de *Trichoderma* contra nematoides, ou seja, parasitismo e produção de metabólitos secundários tóxicos.

Em estudo realizado com isolados de *Trichoderma harzianum* (produto comercial Trichodermil) e *T. asperellum* (produto comercial Quality), observou-se melhor desempenho de *T. asperellum* na redução da população do nematoide no solo (AGUIAR *et al.*, 2014). O que corrobora com o encontrado neste estudo em que *T. asperellum* reduziu a população de *M. enterolobii* em solo e nas raízes de goiabeiras.

Além da ação sobre *M. enterolobii*, o tratamento à base de *T. asperellum* proporcionou os maiores valores para as variáveis massa de 20 frutos e número total de frutos por goiabeira, utilizadas como indicativo da produção em campo. É provável que *T. asperellum* tenha estimulado a produção das goiabeiras que receberam as três aplicações do produto Quality em campo, atuando como fungo endofítico.

5.6. *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne enterolobii*

Nesse estudo, o tratamento à base de *B. subtilis* na concentração 5×10^9 UFC/ml, não proveu um controle efetivo para *M. enterolobii*, permitindo o aumento populacional do nematoide em vasos (J2 e ovos) e um fator de reprodução mais alto que o obtido para a testemunha água. Em campo, as variáveis de produção massa de 20 frutos e total de frutos por goiabeira também indicaram uma produção inferior que a da testemunha.

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, outros já relatados na literatura também apresentaram ação não efetiva de *B. subtilis*, como em testes com *M. javanica* e *M.*

incognita no tomateiro (VAZ *et al.*, 2011) e na cultura da cana de açúcar em ensaios em vaso (FERREIRA, 2015).

Relatos envolvendo redução de ovos e J2 de *Meloidogyne* e promoção de crescimento em plantas com aplicação de *B. subtilis* foram realizados por diferentes autores, como no controle de *Meloidogyne* spp. na cultura do tomateiro (ARAÚJO e MARCHESI, 2009; FERNANDES *et al.*, 2014) e no controle de *M. incognita* na cultura da cebola (*Allium fistulosum* L.) (MUNSHID *et al.*, 2013), ambos em casa de vegetação.

Os resultados obtidos nesse trabalho para *B. subtilis* indicam a não efetividade no controle de *M. enterolobii* para o produto aplicado (Rizos), o qual contém uma determinada estirpe desta bactéria. A efetividade de *B. subtilis* pode variar dependendo da estirpe utilizada como demonstrado por outros autores (ARAÚJO e MARCHESI, 2009; FERNANDES *et al.*, 2014; MUNSHID *et al.*, 2013).

5.7. Combinações de produtos no controle de *Meloidogyne enterolobii*

O controle de nematoides com produtos alternativos e biológicos muitas vezes não apresentam resultado efetivo quando os produtos são aplicados individualmente. Nesse estudo, observou-se este efeito para *B. subtilis* (Rizos). Entretanto, há produtos que podem ser potencializados quando aplicados em conjunto ou em mistura. Assim, a combinação de moléculas químicas com produtos biológicos, ou mesmo a combinação de um ou mais produtos biológicos pode agregar ao controle de nematoides. Essa tática já vem sendo utilizada comercialmente com a combinação de organismos antagônicos a nematoides em um único produto.

A combinação de *B. subtilis* com *P. chlamydosporia* resultou em controle efetivo de *M. javanica*. (FERNANDES *et al.*, 2014). Esse mesmo nematoide sofreu redução populacional com a aplicação em conjunto de *P. chlamydosporia*, *Bacillus cereus* Frankland & Frankland,

1887 e fibra de coco (DALLEMOLE-GIARETTA *et al.*, 2010). Outras combinações como *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens* resultaram na redução populacional de *M. incognita* em cebola (*Allium fistulosum*) (MUNSHID *et al.*, 2013). *M. arenaria* teve redução populacional com *Trichoderma hamatum* (Bon.) Bain. associado a *T. harzianum* Rifai e *T. viride* Per. Ex Gray) (MOKBEL, 2013).

Nesse estudo combinou-se, em aplicação sequencial, manipueira com produtos biológicos como Rizos e Rizotec, além de Quality, comercializado como indutor de crescimento vegetal. A combinação manipueira + Rizos (*B. subtilis*) teve um desempenho superior ao obtido para o produto Rizos individualmente com relação a variáveis do nematoide. A combinação proporcionou redução de J₂ e de ovos e do Fator de Reprodução do nematoide, com reflexos positivos na produção, avaliada pela massa de 20 frutos e total de frutos por goiabeira. Para massa de 20 frutos, goiabeiras tratadas com a combinação manipueira + Rizos produziram 10% a mais que a testemunha, enquanto goiabeiras com manipueira 50% produziram 6% e com Rizos produção inferior à testemunha água em -16%. Provavelmente, *B. subtilis* atuou na promoção do desenvolvimento vegetal o que contribuiu para o aumento da produção, a qual foi superior à do tratamento manipueira 50%. De fato, o efeito nematicida e nutricional da manipueira é conhecido há algum tempo. Portanto, a associação de manipueira com produtos biológicos promotores de crescimento podem causar efeito aditivo, ou seja, manipueira 50% atuando no controle de nematoides e *B. subtilis* como promotor de crescimento.

A combinação manipueira 50% com *T. asperellum* (Quality) apresentou um desempenho inferior ao dos tratamentos manipueira 50% e Quality com relação às variáveis de produção (massa de 20 frutos e número total de frutos por goiabeira). Com relação às variáveis do nematoide, a associação de *T. asperellum* com manipueira reduziu o Fator de Reprodução de *M. enterolobii* em relação ao de cada tratamento aplicado individualmente. Entretanto, a

ação individual de *T. asperellum*, mesmo com pouca ação sobre *M. enterolobii*, possibilitou um aumento de 15,6% para a variável massa de 20 frutos e 13,4% para a variável total de frutos por goiabeira em relação à testemunha. É bem provável que algum componente químico presente na manipueira utilizada nesse estudo tenha ação sobre *T. asperellum*. Isto explicaria a baixa produção encontrada em goiabeiras tratadas com essa combinação. Enxofre e cobre são nutrientes presentes em manipueira com ação fungicida (OLIVER e HEWITT, 2014). É provável que *T. asperellum* seja sensível a um desses componentes. A aplicação individual de *T. asperellum* proporcionou a maior porcentagem de produção por goiabeira em relação à testemunha.

A combinação manipueira com *P. chlamydosporia* (Rizotec) teve um desempenho superior à dos tratamentos manipueira 50% e Rizotec, quando aplicados individualmente, com relação às variáveis de produção. No ensaio em campo e em vasos, houve maior redução de J_2 da combinação em relação à aplicação individual de Rizotec, mas não em relação à manipueira. No ensaio em vasos, o FR do nematoide em goiabeiras que receberam a combinação foi maior que o dos produtos aplicados individualmente. Em campo, a massa de 20 frutos e o número total de frutos por goiabeira da combinação foi maior que a de ambos os tratamentos individualmente. A maior produção foi obtida com a aplicação de manipueira e *P. chlamydosporia* em conjunto do que em separado, é um indício de que esse fungo é tolerante à manipueira. Como *P. chlamydosporia* produz clamidósporos, é provável que manipueira não tenha efeito sobre os escleródios desse fungo, diferentemente do que ocorre com *T. asperellum*, fungo que não produz este tipo de estrutura.

Considerando a combinação dos três produtos biológicos (Rizotec + Rizos + Quality) com manipueira, o efeito na produção (massa de 20 frutos e total de frutos por goiabeira) foi superior ao da testemunha e a dos tratamentos Rizotec, Rizos e manipueira 50%, mas não em relação ao produto Quality, o qual foi responsável pela maior produção por goiabeira quando

aplicado individualmente. Com relação às variáveis do nematoide, os produtos em conjunto não tiveram controle efetivo, o que refletiu num elevado FR. No ensaio em vasos, é provável que a redução de J₂ tenha ocorrido em função da aplicação de manipueira 50%. É também provável que a redução em 75% em relação à testemunha tenha sido obtida pela ação de *T. asperellum*, como ocorreu para o tratamento individual com esse fungo.

Considerando a combinação dos três produtos biológicos, não houve controle efetivo do nematoide e nem aumento da produção por goiabeira. Este resultado aponta alguma incompatibilidade entre os fungos quando aplicados ao solo em conjunto. *Trichoderma* é utilizado no controle biológico de fungos como *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 1884, por exemplo. É provável que *T. asperellum* tenha tido ação contra *P. chlamydosporia*, deixando de atuar como promotor de desenvolvimento vegetal. Já *B. subtilis* não se mostrou eficiente no controle de *M. enterolobii* quando aplicado individualmente.

6. Considerações Finais

Manipueira 50% foi o melhor tratamento no controle de *M. enterolobii*, contribuindo para os maiores valores de redução de J₂ em solo, de redução de ovos e redução de ovos/grama de raiz. A forte supressão da taxa reprodutiva de *M. enterolobii* por manipueira 50% culminou com a menor média de Fator de Reprodução em vasos. No entanto, dos tratamentos que superaram a testemunha em porcentagem de produção/goiabeira, manipueira 50% foi o tratamento que apresentou menor aumento de produção.

Considerando as variáveis de produção, os tratamentos à base de *T. asperellum* (Quality) e Manipueira 50% + *P. chlamydosporia* (Rizotec), foram os que proporcionaram a maior massa de frutos/goiabeira. No entanto, *T. asperellum* se comportou como excelente promotor de desenvolvimento vegetal, mas sem controle algum do nematoide. Já a combinação Manipueira 50% + *P. chlamydosporia*, além de reduzir sensivelmente J₂ e ovos de *M.*

enterolobii, e em consequência o FR do nematoide, também proporcionaram uma produção próxima à do tratamento Quality, a base de *T. asperellum*.

Todos os tratamentos aplicados em conjunto, com exceção de Manipueira 50% + Quality (*T. asperellum*), também proporcionaram aumento de produção, mas sem um controle efetivo do nematoide. Levando-se em consideração o controle não efetivo do nematoide e o aumento dos custos de produção com a aplicação de três produtos biológicos e manipueira, este tratamento se torna inviável.

A aplicação de manipueira 50% em conjunto com *B. subtilis* (Rizos) e *P. chlamydosporia* melhorou o desempenho desses produtos quando aplicados individualmente, havendo, portanto, compatibilidade entre manipueira e esses agentes de controle biológico. Portanto, a combinação de manipueira, um potente nematicida, com fungos ou bactérias compatíveis é desejável. Os resultados apresentados nesse trabalho demonstraram que a aplicação em conjunto potencializa a ação, culminando com aumento da produção por goiabeira.

Trata-se do primeiro relato da aplicação conjunta de manipueira com produtos biológicos. Considerando os resultados positivos para um ano de ensaio em campo e apenas uma produção avaliada, espera-se um aumento ainda maior da produção por goiabeira em anos subsequentes de tratamento. Ressalta-se também que, foram realizadas quatro aplicações de manipueira em combinação com produtos biológicos ao longo de um ano de tratamento.

A combinação de agentes de controle biológico com manipueira pode ser uma alternativa ao controle de *M. enterolobii* em campo enquanto cultivares resistentes não são desenvolvidas ou até que o uso de porta-enxertos resistentes seja viabilizado para plantio comercial. Os resultados obtidos nesse estudo apontam caminhos para a convivência com esse

patógeno em pomares infestados. Sugere-se aplicações trimestrais de manipueira em relação às mensais, reduzindo os custos de produção e a periodicidade de aplicação.

7. CONCLUSÕES

- ✓ A manipueira apresentou os macronutrientes N, P, Ca, K, S e Mg e os micronutrientes Zn, Mn, Cu, Fe, Co, Mo e B; pH de 5,95 e teor de cianeto estimado em 30 ppm;
- ✓ Manipueira a 50% reduziu a população de *M. enterolobii* em campo e em casa de vegetação;
- ✓ A combinação Manipueira 50% e *P. chlamydosporia* (Rizotec) aliou redução populacional de *M. enterolobii* com aumento de produção de goiabeiras;
- ✓ *T. asperellum* (Quality) aumentou a produção de goiabeiras no campo, porém sem controle do nematoide *M. enterolobii*;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, M.A.M.; PHILLIPS, M.S.; BLOK, V.C. (2007) Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). **Plant Pathology** 56:190-197.
- AGRIANUAL. (2012) Goiaba. São Paulo: FNP, 2012. p. 307-310.
- AGUIAR, P.E.V.; BONALDO, S.M.; MORAES, S.R.G. (2014) Avaliação de *Trichoderma* spp. na cultura de feijão, em antracnose, mela e nematoide das galhas. **Scientific Electronic Archives** 7:17-25.
- AL-HAZMI, A.S.; TARIQJAVEED, M. (2016) Effects of diferente inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. **Saudi Journal of Biological Sciences** 23 288–292.
- ALMEIDA, E.J.; SANTOS, J.M. (2011) Ocorrência de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Bioscience Journal** 27(6):877-878.
- ALMEIDA, E.J.; SOARES, P.L.M.; SANTOS, J.M.; MARTINS, A.B.G. (2006) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba (*Psidium guajava*) no Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, 30:112-113.
- ALMEIDA, S.R.M.; SILVA, A.M. da; LIMA, J.P.; ALMEIDA, A.M.M.; ZACHARIAS, F.; REGIS, U.O. (2009) Avaliação do potencial nutritivo da manipueira na dieta de ovinos deslançados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 4(2):1434-1438.
- ALONSO, S.K. de; ALFENAS, A.C. (1998) Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematoides. In: ALFENAS, A.C. (Ed.). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa, MG: **Editora UFV**, p. 526-543.
- ALVES, J.E.; FREITAS, B.M. (2007) Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, 37(5):1281-1286.
- AMARAL, L. do; JAIGOBIND, A.G.A; JAISINGH, S. (2007) Dossiê técnico – processamento da mandioca. Inst. de Tecnologia do Paraná. **Serviço Brasileiro de Resposta Técnica – SBRT**, 47 p.
- ANTONELLI, M.; CAPPELLINI, P. (1996) Relationship between LAI and tree architecture in peach tree genotypes differing for habit. **Acta Horticulturae** 416:155-161.
- ARAGÃO, M. L.; PONTE, J. J. (1995) Uso da manipueira-extrato líquido das raízes de mandioca como adubo foliar. **Ciência Agronômica** 26(1-2):45-48.
- ARAUJO, F.A.C.; SILVA, A.F.; RODRIGUES, J.B.B.; PEREIRA, A.A. (2011) Utilização de manipueira na inibição da germinação de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Cadernos de Agroecologia, Resumos –Vol 6, No. 2.
- ARAUJO, F.F.; SILVA, J.F.V.; ARAÚJO, A.S.F. (2002) Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural** 32:197-202.

- ARAUJO, F.F. de; MARCHESI, G.V.P. (2009) Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural** 39(5):1558-1561
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P. (2011) Processamento mínimo. In: SAMPAIO, A.C. (Coord.) Goiaba: do plantio à comercialização, Campinas, CATI, P. 93-98 (Manual Técnico 78).
- ASMUS, G.L.; VICENTINI, E.M.; CARNEIRO, R.M.D.G. (2007) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, 31:12. Resumo.
- ATKINS, S.D.; HIDALGO-DIAZ, L.; KALISZ, H.; MAUCLINE, T.H.; HIRSCH, P.R.; KERRY, B.R. (2003) Development of a new management strategy for the control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic vegetable production. **Pest Management Science** 59(2):183-189.
- BAILEY, D.J.; BIRAN, G.L.; KERRY, B.R.; GILLIGAN, C.A. (2008) Pathozone dynamics of *Meloidogyne incognita* in the rhizosphere of tomato plants in the presence and absence of the nematophagous fungus, *Pochonia chlamydosporia*. **Plant Pathology** 57(2):354–362.
- BALDIN, E.L.L.; WILCKEN, S.R.S.; PANNUTI, L.E.R.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; VANZEI, F.P. (2012) Use of botanical extracts, cassava wastewater and nematicide for the control of root-knot nematode on carrot. **Summa Phytopathologica** 38(1):36-41.
- BARBOSA, L. F.; AMORIM, E.P.R.; COSTA, V.K.S.; SILVA, J.C; ALENCAR, L.M.C; SILVA, C.J. (2010a) Uso de produtos alternativos no controle de nematoides na cultura do inhame (*Dioscorea* sp.). **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 6:241-247.
- BARBOSA, L. F.; AMORIM, E. P. R.; COSTA, V. K. S.; TRINDADE, R. C. P.; PEIXINHO, G. S.; CRUZ, S. J. S. (2010b) Efeito de resíduos vegetais sobre *Scutellonema bradys*, agente causal da casca preta do inhame (*Dioscorea* sp). **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 6:271-279.
- BARRETO, M. T. L. (2012) Efeito da manipueira na biomassa e nutrientes do milho (*Zea mays* L.) híbrido para forragem e alterações nos atributos químicos do solo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife –PE, 43p.
- BARROS, F.F.C.; QUADROS, C.P.; PASTORE, G.M. (2008) Studies of emulsifying properties and stability of the biosurfactant produced by *Bacillus subtilis* in cassava wastewater. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 28(4):979-985.
- BENÍTEZ T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C.; CODÓN, A.C. (2004) Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. **International Microbiology** 7:249-260.
- BETTIOL, W. (2009) Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas/ Editado por BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 341 p.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; JUNIOR, T.J.P.; CORRÊA, E.B.; MOURA A.B.; LUCON, C.M.M.; COSTA, J.C.B.; BEZERRA, J.L. (2012) Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. Embrapa Meio Ambiente, Documentos 88. Jaguariúna, SP. 156 p.

- BEUTLER, A.N.; FERNANDES, L.A.; FAUIN, V. (2001) Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 25:923-928.
- BIRD, A. F.; BRISBANE, P. G. (1988) The influence of *Pasteuria penetrans* in field soils on the reproduction of root-knot nematodes. **Revue de Nematologie** 11:75-81.
- BIRD, A. F., ROGERS, G. E. (1965) Ultrastructural and histochemical studies of the cells producing the gelatinous matrix in *Meloidogyne*. **Nematologica** 11:231-38.
- BYBD, D.W.; KIRKPATRICK, T.; BARKER, R. (1983) An improved technique for cleaning and staining plant tissues for detection of nematodes. *Journal of Nematology* 15(1):142-143.
- BLOK, V. C.; PHILLIPS, M. S.; MCNICOL, J. W.; FARGETTE, M. (1997) Comparison of sequences from the ribosomal DNA intergenic region of *Meloidogyne mayaguensis* and other major tropical root-knot nematodes. **Journal of Nematology** 29(1):16-22.
- BLOK, V.C; POWERS, T.O. (2009) Biochemical and Molecular Identification. In: Root-knot Nematodes. PERRY, R.N.; MOENS, M.; STARR, J.L. (eds.). **CAB International**, Wallingford, Oxfordshire, UK, p. 98-117.
- BLOK, V. C.; WISHART, J.; FARGETTE, M.; BERTHIER, K.; PHILLIPS, M. S. (2002) Mitochondrial DNA differences distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the major species of tropical root-knot nematodes. **Nematology** 4:773-781.
- BOURNE, J.M.; KERRY, B.R.; DE LEIJ F.A.A.M. (1996) The importance of the host plant on the interaction between root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and the nematophagous fungus, *Verticillium chlamydosporium*. **Biocontrol Science and Technology** 6:539-548.
- BRIDGE, J. (1996) Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. **Annual Review Phytopathology** 34:201-221.
- BRITO, J.; POWERS, T.O.; MULLIN, P.G.; INSERRA, R.N., DICKSON, D.W. (2004) Morphological and molecular characterization of *Meloidogyne mayaguensis* isolates from Florida. **Journal of Nematology** 36(3):232-240.
- BRUCKNER, C.L. (2002) Melhoramento de fruteiras de clima temperado. Editora **UFV**, 422p.
- CAGNON, J.R.; CEREDA, M.P.; PANTAROTTO, S. (2002). Glicosídeos cianogênicos da cassava: biossíntese, distribuição, destoxificação e métodos de dosagem, p. 83-99. In: CEREDA, M.P. (Coord.). Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Vol. 2. Fundação Cargill, São Paulo, 540 p.
- CAMARA, G. R. (2015) Toxicidade de manipueira sobre *Meloidogyne* spp. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, 48 p.
- CAMILI, E.A. (2007) Tratamento da manipueira por processo de flotação sem o uso de agentes químicos. Dissertação (Mestre em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 78 p.

- CAPRONI, C. M., FERREIRA, S., GONÇALVES, E. D., SOUZA, A. G. das. 2012. Resposta às aplicações de Trichoderma, óleo de Nim e Vertimec no controle de nematoide na cultura do morango. **Revista Agrogeoambiental** 4(3).
- CARDOSO, E.; CARDOSO, D. C.; CRISTIANO, M. P.; SILVA, L.; BACK, A. J.; BERNARDIN, A. M.; PAULA, M. M. S. (2009) Use of *Manihot esculenta* Crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. **Research Journal of Agronomy** 3:1-8.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. QUÉNÉHERVÉ, P. (2000) Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. **Nematology** 2: 645-654.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CIROTTO, P.A.; QUINTANILHA, A.P.; SILVA, D.B.; CARNEIRO, R.G. (2007) Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. **Fitopatologia Brasileira** 32(4):281-284.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; COFCEWICZ, E.T. (2008) Taxonomy of coffee-parasitic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. In: SOUZA, R.M. (Ed) Plant parasitic nematodes of coffee. Springer, Holand, p.87-122.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; DIAZ-HIDALGO, L.; MARTINS, I.; SILVA, K. F. A. S.; SOUSA, M. G.; TIGANO, M. S. (2011) Effect of nematophagous fungi on reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on guava (*Psidium guajava*) plants. **Nematology** 13(6):721-28.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; MONACO, A.P.A.; MORITZ, M.P.; NAKAMURA, K.C.; SCHERER, A. (2006) Identification of *Meloidogyne mayaguensis* in guava and weeds, in loam soil in Paraná State. **Nematologia Brasileira** 30:293-298.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; MOREIRA, W.A.; ALMEIDA, M.R.A.; GOMES, A.C.M.M. (2001) Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira** 25:223-228.
- CARNEIRO, R.M.D.G., SIQUEIRA, K.M.S.; SANTOS, M.F.A.; ALMEIDA, M.R.A.; TIGANO, M.S. (2008) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41, Belo Horizonte. [Resumos...]. **Tropical Plant Pathology**, 33, Suplemento. Resumo NEM-42.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; TIGANO, M.S.; RANDIG, O.; ALMEIDA, M.R.A.; SARAH, J.L. (2004) Identification and genetic diversity of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) on coffee from Brazil, Central America and Hawaii. **Nematology** 6: 287-298.
- CARVALHO, F.C. (1992) Disponibilidade de resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. Informações Econômicas. 20 p.
- CASTAGNONE-SERENO, P. (2002) Genetic variability in parthenogenetic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp.; and their ability to overcome plant resistance genes. **Nematology** 4(5):605-608.
- CASTAGNONE-SERENO P. (2006) Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. **Heredity** 96:282-289.

- CASTAGNONE-SERENO, P. (2012) *Meloidogyne enterolobii* (= *M. mayaguensis*): profile of an emerging, highly pathogenic, root-knot nematode species. **Nematology** 14:133-138.
- CASTRO, J.M.; SANTANA, T.A.S. (2010) First record of *Meloidogyne enterolobii* on guava in the state of Alagoas, Brazil. **Nematologia Brasileira** 34:169-171.
- CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P. (2011). Colheita e Pós-colheita. In: SAMPAIO, A.C. (Coord.) Goiaba: do plantio à comercialização, Campinas, CATI, p. 87-91 (Manual Técnico 78).
- CEREDA, M.P. (2001) Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M.P (coord): Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. vol. IV. São Paulo: **Fundação Cargill**, p.13 – 37.
- CEREDA, M. P. (2002) Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M.P. Manejo uso e tratamentos da industrialização da mandioca. Campinas: **Fundação Cargill** 3:47-80.
- CEREDA, M.P.; FIORETTO, R.A. (1981) Potencial de utilização da água residual de feculárias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2, 1981, Vitória. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPF, 2:174-181.
- CEREDA, M.P.; LOPES, A. M. (2003) Determinação do potencial de intoxicação em ratos, de linamarina extraída de mandioca. vol. 1. **Anais do V SLACA**, Campinas, São Paulo.
- CETINTAS, R.; KAUR, R.; BRITO, J.A.; MENDES, M.L.; NYCZEPIR, A.P.; DICKSON, D.W. (2007) Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. **Nematropica** 37:21-31.
- CHANG, Y.-C.; CHANG, Y.-C.; BAKER, R.; KLEIFELD, O.; CHET, I. (1986) Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. **Plant Disease** 70:145-148.
- CHARCHAR, J.M.; FONSECA, M.E.N.; BOITEUX, L.S.; LIMA NETO, A.F. (2009) Occurrence of *Meloidogyne mayaguensis* on guava in Tocantins State, Brazil. **Nematologia Brasileira**, 33:182-186.
- CHEN, Z. X.; DICKSON, D. W. (2004a) Biological control of nematodes by fungal antagonists. In: CHEN, Z.X.; CHEN, S.Y.; DICKSON, D.W. (eds). **Nematology – Advances and perspectives**. Vol II, Nematode management and utilization. CABI Publishing, Cambridge, p. 979-1040.
- CHEN, Z. X.; DICKSON, D. W. (2004b) Biological control of nematodes with bacterial antagonists. CHEN, Z.X.; CHEN, S.Y.; DICKSON, D.W. (eds). **Nematology – Advances and perspectives**. Vol II, Nematode management and utilization. CABI Publishing, Cambridge, 1041-1062.
- CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N. (1990) Cytochemical aspects of chitin breakdown during the parasitic action of *Trichoderma* sp. on *Fusarium oxysporum* f. sp. rsciscis-lycopersici. **Phytopathology** 80(12):1406-1414.

- CHISTÉ, R.C.; COHEN, K. O. (2011) Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 70(1):41-46.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, V.D. (1981) Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Recife. Anais. **Sociedade Brasileira de Fruticultura** 2:771-780.
- CHOUDHURY, M.M.; ARAÚJO, J.L.P.; GONZAGA NETO, L.; RESENDE, J.M.; COSTA, T.S. da; SCAGGIANTE, G. (2001) Goiaba: Pós-colheita. Embrapa Semi-Árido (Petrolina, PE), Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica** (Frutas do Brasil 19), 45p.
- CIANCIO, A.; MUKERJI, K.G. (2010) Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes. Netherlands: **Springer**.
- COIMBRA, J.L.; CAMPOS V.P. (2005) Efeito de exsudatos de colônias e de filtrados de culturas de actinomicetos na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira** 30:232-238.
- COMERLATO, A. P. (2009) Efeito de manipueira no controle do nematoides de cisto da soja *Heterodera glycines* Ichinohe. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 47 p.
- CONCEIÇÃO, A.J. (1981) A mandioca. 3ª ed. Ed. Nobel, São Paulo, p. 109.
- CORDEIRO, C.F; KOSMANN, C.R.; ESTEVEZ, R.L.; ALEIXO, V.; PETERS, F.F. (2014) Reprodutividade e parasitismo de *Meloidogyne incognita* em plantas espontâneas do oeste paranaense. **Scientia Agraria Paranaensis** 13(4):277-282.
- COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. (2003) Botânica e variedades. In: COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da (Eds) Tecnologias para produção de Goiaba. Vitória, ES. **Incaper**, p. 49-50.
- COUTINHO, M. M.; FREITAS, L.G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; NEVES W.S.; LOPES E.A.; FERRAZ, S. (2009) Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e farinha de sementes de mamão. **Nematologia Brasileira**, 33(2):169-175.
- CRISÓSTOMI, L. A.; NAUMOV, A. (2009) Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. **Embrapa Agroindústria Tropical**, 238 p. (Boletim 18).
- CRUMP, D.H.; KERRY, B.R. (1981) A quantitative method for extracting resting spores of two nematode parasitic fungi, *Nematophthora gynophila* and *Verticillium chlamydosporium*, from soil. **Nematologica** 27:330-339.
- CURTIS, R.H.C.; JONES, J.T.; DAVIES, K.G.; SHARON, E.; SPIEGEL, Y. (2011) Plant Nematode Surfaces. In: DAVIES, K.; SPIEGEL, Y. (eds.), Biological control of plant-parasitic nematodes: building coherence between microbial ecology and molecular mechanisms, progress in biological control, vol. XI, **Springer Science**.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; FERRAZ, S.; NEVES, W. S.; LOPES, E. A.; COUTINHO, M. M. (2008) Efeito da concentração de clamidósporos de *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira** 32(4):327-332.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G. de; XAVIER, D. M.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S.; LOPES, E. A. (2014) Incorporação ao solo de substrato contendo micélio e conídios de *Pochonia chlamydosporia* para o manejo de *Meloidogyne javanica*. **Ciência Rural** 44(4):629-633.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; ZOOCA, R.J.F.; PODESTÁ, G.S.; CAIXETA, L.B.; FERRAZ, S.; EVERALDO, A.L. (2010) Associação de *Pochonia chlamydosporia*, *Bacillus cereus* e fibra de coco no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Nematologia Brasileira** 34(1):18-22.

DAMASCENO, J. C. A.; RITZINGER, C. H. S. P.; VIEIRA, R. S.; LUQUINE, L. S.; LEDO, C. A. da S. (2008) Manipueira no controle de nematoides em mudas de mamoeiro. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO RECÔNCAVO DA BAHIA, 2.; SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PESQUISA DA UFRB, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

DANTAS, A.C. de M.; DUTRA, L.F.; KERSTEN, E. (1999) Influência do etefon e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Agrociência** 5(1):19-21.

DAVIES, K.G. (2009) Understanding the interaction between an obligate hyperparasitic bacterium, *Pasteuria penetrans* and its obligate plant-parasitic nematode host, *Meloidogyne* spp. **Adv. Parasitol.** 68:211-245.

DE LEY, P.; BLAXTER, M.L. (2002) Systematic position and phylogeny. In: LEE, D. (Ed.), The biology of nematodes. **Harwood Academic Publishers**, Reading, p.30.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MOLINA, R.O.; COSTA, A.T. (2008) Nematoides causadores de doenças em frutíferas. Artigo de Revisão Temática – Review. **Revista Agroambiente On-line** 2:46-56.

DUARTE, A.S.; SILVA, E.F.F.; ROLIM, M.M.; FERREIRA, R.F.A.L.; MALHEIROS, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.S. (2012) Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 16:262– 267.

DUARTE, A. S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. S.; MAGALHÃES, A.G. (2013) Alterações dos atributos físicos e químicos de um neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17 (9), 938-946.

EAPEN, S.J.; BEENA, B; RAMANA, K.V. (2005) Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology** 88:218-225.

EISENBACK, J.D.; HUNT, D.J. (2009) General morphology. In: PERRY, R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. (Eds.) Root-knot Nematodes. CABI North America Office, Cambridge, p. 18-54.

EISENBACK, J.D. & TRIANTAPHYLLOU, H.H. (1991) Root-knot nematode: *Meloidogyne* spp. and races. In: Nickle, W.R (ed.) **Manual of agricultural nematology**. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, p. 191-274.

- ELAD, Y.; DAVID, D.R.; LEVI, T.; KAPAT, A.; KIRSHNER, B. (1999) *Trichoderma harzianum* T-39-mechanisms of biocontrol of foliar pathogens. In: Modern fungicides and antifungal compounds II. In: LYR, H.; RUSSEL, P.E.; DEHNE, H.W.; SISLER, H.D.(eds). Andoverm Hants, UK: Intercept, pp.459-67.
- ELLING, A.A. (2013) Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. **Phytopathology** 103:1092-1102.
- EMBRAPA (2010) A cultura da Goiaba. In: BARBOSA, F. R.; LIMA, M.F. (eds). – 2ª ed. revista e ampliada – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica (Coleção Plantar, 66).
- ESBENSHADE, P.R.; TRIANTAPHYLLOU, A.C. (1985) Use of enzyme phenotype for identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology** 17:6-20.
- ESTEVEZ, R.L. (2008) Controle alternativo de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro com aplicação de manipueira. Monografia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 44 p.
- FAGERIA, N. K. (2001) Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition** 24:1269-1290.
- FANTON, C.J.; MARTINS, D.S. (2003) Pragas da goiabeira. In: COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da (Ed.) Tecnologias para produção de goiaba. Vitória, ES. **Incapar**, p. 207 – 229.
- FARIAS, A.R.N.; FERREIRA FILHO, J.R.; MATTOS, P.L.P. de. (2007) Manipueira e plantas armadilhas no controle de formigas cortadeiras na cultura da mandioca. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/manipueira/index.htm>. Acesso em 5 de ago 2016.
- FERNANDES, R.H.; VIEIRE, B.S.; FUGA, C.A.G.; LOPES, E.A. (2014) *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. **Bioscience Journal** 30(1):194-200.
- FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. (2011) Nematoides. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos. São Paulo: Ceres, Vol. 1. 667 p.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. (2010) Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa, MG, **Editora UFV**, 306 p.
- FERREIRA, R.J. (2015) Espécies de *Bacillus* no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* *in vitro* e na cana-de-açúcar. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 72 p.
- FIORETTO, R.A. (1985) Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Dissertação – Mestrado. Botucatu: UNESP/FCA, 112p.
- FIORETTO, R. A. (1994) Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. (Coord.) Industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, p.51-80.
- FIORETTO, R.A. (2001) Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P (Coord): Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v. 4. Série

Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação CARGILL, p. 67-79.

FIORETTO, R. A. (1988) Possibilidade de controle das plantas invasoras com aplicação de manipueira. **Revista Energia na Agricultura** 2(2):3-9.

FORMENTINI, H.M. (2009) Manipueira no controle de *Meloidogyne incognita* e no rendimento da figueira (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos no Oeste Paranaense. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 60 p.

FRANCO, A.; PONTE, J.J.; SILVA, R.S.; SANTOS, F.A.M. (1990) Dosagem de manipueira para tratamento de solo infestado por *Meloidogyne* II: segundo experimento. **Nematologia Brasileira** 14:25-32.

FREIRE, F.C.O. (2001) Uso da manipueira no controle do oídio da cerigueleira: resultados preliminares. **Embrapa, Comunicado Técnico 70**. Fortaleza, CE.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. (2006) Introdução à Nematologia. 3ª edição. Ed. UFV. Viçosa-MG.

FRUCAFÉ - Goiaba - variedade Cortibel RM. Disponível em <<http://www.frucafe.com.br/catalogo> > acessado em 25 de maio de 2016.

GOES, E.; PONTE, J.J. (2002) Manipueira powder: preliminary study on its fungicide and foliar nutrient action. **Revista de Agricultura** 77(6):15-21.

GOMES, V.M.. (2007) Meloidoginose da goiabeira: estudos sobre a sua patogênese e formas de convívio com a doença a campo. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 33 p.

GOMES, A.R.; FAUSTINO, J.F.; WILCKEN, S.R.S.; CARNEIRO, R.M.D.G.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; SOUZA, N.L. (2007) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* L. no Estado da Paraíba. **Fitopatologia Brasileira** 32:273 (Resumo).

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; SILVA, M. M.; DOLINSKI, C. (2008a) Caracterização do estado nutricional de goiabeiras em declínio parasitadas por *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, 32(2):154-160.

GOMES, C.B.; COUTO, M.E.O.; CARNEIRO, R.M.D.G. (2008b) Occurrence of *Meloidogyne mayaguensis* on guava and tobacco in south of Brazil. **Nematologia Brasileira** 32:244-247.

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; CORRÊA, F. M.; DOLINSKI, C. (2010) Management of *Meloidogyne mayaguensis* in commercial guava orchards with chemical fertilization and organic amendments. **Nematologia Brasileira** 34(1):23-30.

GONÇALVES JÚNIOR, D.B.; ROLDI, M.; NAMUR, F.M.; MACHADO, A.C.Z. (2013) Tratamento de Sementes de Feijoeiro no Controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira** Vol. 37(3-4):53-56.

GONZAGA, A. D.; GARCIA, M. V. B.; SOUSA, S.G. A.; PY-DANIEL, V.; CORREA, R. S.; RIBEIRO, J. D. (2008) Toxicidade de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e

erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* St. Hill) a adultos de *Toxoptera citricida* Kirkaldy (*Homoptera: Aphididae*). **Acta Amazonica** 38(1):101-106.

GONZAGA NETO, L. (1990) Cultura da goiabeira. **EMBRAPA-CPATSA**, 26p. (Circular Técnica, 23).

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. (1994) Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 49 p.

GONZAGA NETO, L. (2001) Aspectos botânicos, florescimento e frutificação. In: GONZAGA NETO, L. (Ed.). Goiaba: produção - aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, cap. 3, p. 15-18. (Frutas do Brasil; 17).

GONZAGA NETO, L. (2007) Produção de goiaba. Fortaleza: **Instituto Frutal**. 64 p.

GOODELL, P. B.; FERRIS, H. (1989) Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology** 21(3):328-334.

GOWEN, S.; DAVIES, K.G.; PEMBROKE, B. (2008) Potential use of *Pasteuria* spp. in the management of plant parasitic nematode. In: CIANCIO, A.; MUKERJI, K.G. (Eds.) Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes, **Springer Scientia** p. 205-219.

GUIMARÃES, L.M.P.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. (2003) Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**, p.139-145.

GRABOWSKI, M.M.S.; DAVI, J.J.S.; NASU, E.G.C.; LAYTER, N.A.; SEIFERT, K.E.; FURLANETTO, C. (2007) Efeito da manipueira, produzida na região Oeste do Paraná, no controle do nematoide *Tubixaba tuxaua*. **Nematologia Brasileira** 32:178.

HAFEZ, E.E.; MEGHAD, A.; ELSALAM, H.A.A; AHMED, S.A. (2013) Biological and molecular studies on *Trichoderma viride*-Plant pathogenic fungi interactions. **World Applied Sciences Journal** 21(12):1821-1828.

HAHN, M. H.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R.; GONÇALVES, E. D. V.; CRUZ, M. I. F.; HENKEMEIER, N. P.; DILDEY, O. D. F. (2015) Controle alternativo sobre *Meloidogyne incognita* em soja. **Scientia Agraria Paranaensis** 14:281-285.

HALBRENDT, J. M.; LAMONDIA, J.A. (2004) Crop rotations and other cultural practices. In: CHEN, Z.; CHEN, S.; DICKINSON, D.W. (Eds). **Nematology – Advances and Perspectives**. Volume II: Nematode Management and Utilization. Tsinghua University Press & CABI Publishing, Beijing & Wallingford, p. 909-930.

HARMAN, G.E. (2000) Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease** 84:377-93.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. (2004) *Trichoderma* species opportunistic avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology** 2:43-56.

- HARTMAN, R.M.; SASSER, J.N. (1985) Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. (Eds.) *An advanced treatise on Meloidogyne*. v 2, Methodology. Raleigh, NC, USA, North Carolina State University Graphics, p. 69-77.
- HERMOSA, M.R.; GRONDONA, I.; ITURRIAGA, E.A.; DIAZ-MINGUEZ, J.M.; CASTRO, C.; MONTE, E.; GARCIA-ACHA, I. (2000) Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. **Applied Environmental Microbiology** 66:1890-1898.
- HESS, M.L. (1962) Tratamentos de despejos de fecularia de mandioca por oxidação biológica. *Revista D.A.E.*, 23(46):29-35.
- HIDALGO-DÍAZ, L.; BOURNE, J.M.; KERRY, B.R.; RODRÍGUEZ, M.G. (2000) Nematophagous *Verticillium* spp. in soil infested with *Meloidogyne* spp. in Cuba: isolation and screening. **International Journal of Pest Management** 46(4):277-284.
- HIRSCHMANN, H. (1985) The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Eds) **An Advanced Treatise on Meloidogyne**. Vol 1, Biology and Control. North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, p. 79-93.
- HJELJORD, L.G.; STENSVAND, A.; TRONSMO, A. (2001) Antagonism of nutrient-activated conidia of *Trichoderma harzianum* (atroviride) P1 against *Botrytis cinerea*. **Phytopathology** 91(12): 1172-1180.
- HU, M.X.; ZHUO, K.; LIAO, J.L. (2011) Multiplex PCR for the simultaneous identification and detection of *Meloidogyne incognita*, *M. enterolobii*, and *M. javanica* using DNA extracted directly from individual galls. **Phytopathology** 101:1270-1277.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. (1973) Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter** 57:1025-1028.
- INOUE, K.R.A.; SOUZA, C.F.; MATOS, A.T.; SANTOS, N.T.; ALVES, E.E.N. (2010) Características do solo submetido a tratamentos com biofertilizantes obtidos na digestão da manipueira. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária** 4(2):47-52.
- JANATI, A.A.; BERGÉ, A.; TRIANTAPHYLLOU, A.C.; DALMASSO, A. (1982) Nouvelles données sur l'utilisation des isoestérasas pour l'identification des *Meloidogyne*. **Revue de Nématologie** 5: 147-154.
- JENKINS, W.R. (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter** 48:692.
- JEPSON, S.B. (1987) Identification of Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). **CABI Publishing**, Wallingford, UK, 256 p.
- JINDAPUNNAPAT, K.; CHINNASRI, B.; KWANKUAE, S. (2013) Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne enterolobii*) in guava by the fungus *Trichoderma harzianum*. **Journal of Developments in Sustainable Agriculture** 8(2):110-118.

- JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M.; LIMA M.M.; CHAVES R.C. (2001) Doenças da goiabeira no cerrado. Planaltina. **Embrapa. Circular Técnica**, 15.
- KARSSSEN, G. (2002) The Plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Koninklijke Brill NV, Leiden. The Netherlands, 160 p.
- KARSSSEN G.; LIAO J.L.; KAN Z.; VAN HEESE E.; DEN NIJS L. (2012) On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988. **ZooKeys** 181:67–77.
- KAVATI, R. (1997) Cultivares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, Jaboticabal. Anais. **FUNEP-GOIABRAS**, p. 1-16.
- KAVITHA, J.; JONATHAN, E.I.; UMAMAHESWARI, R. (2007) Field application of *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* and *Trichoderma viride* for the control of *Meloidogyne incognita* in sugarbeet. **Journal of Biological Control** 21:211-215.
- KERRY, B.R. (2001) Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamyosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: BUTT, T.M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Eds). **Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential**. CAB International, Wallingford - UK, p. 155-167.
- KERRY, B.R.; SIMON, A.; ROVIRA, A.D. (1984) Observations on the introduction of *Verticillium chlamyosporium* and other parasitic fungi into soil for control of the cereal cyst-nematode *Heterodera avenae*. **Annual Applied. Biology** 105:509-516.
- KOLLER, O.C. (1979) Cultura da goiabeira. Porto Alegre: Livraria e **Ed. Agropecuária**, 44p.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. (1995) Manipueira como substrato na biossíntese de ácido cítrico por *Aspergillus niger*. **Scientia Agricola** 52(2):299-304.
- LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M.P. (1998) Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce - um estudo de caso. **Food Science and Technology** 18(3):343-345.
- LIAN L.H.; TIAN, B.Y.; XIONG, M.Z.; ZHU, M.Z.; XU, J.; ZHANG, K.Q. (2007) Proteases from *Bacillus*: A new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations. **Letters in Applied Microbiology** 45:262-269.
- LIMA, A.M. de; GOMES, D.G. S.; SOUZA R. R. (2015) Avaliação da produção de biossurfactante utilizando *Pseudomonas aeruginosa* isolada de solo contaminado com óleo bruto obtido nos campos produtores de Sergipe. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, **Blucher Chemical Engineering Proceedings** Vol.1.
- LIMA, I.M.; DOLINSKI, C.M.; SOUZA, R.M. (2003) Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeiras de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre as plantas invasoras e cultivadas. **Nematologia Brasileira** 27:257-258.
- LIMA, I.M.; MARTINS, M.V.V.; SERRANO, L.A.L.; CARNEIRO, R.M.D.G. (2007) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira cv. Paluma no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXVII, Goiânia, GO, **Resumos**, p.96-97.

- LIMA, J.W.C. (2001) Análise ambiental do processo produtivo de polvilho em indústrias do Extremo Sul de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 149 p.
- LIMA, L.H.C.; ULHOA, C.J.; FERNANDES, A.P.; FELIX, C.R. (1997) Purification of a chitinase from *Trichoderma* sp. And its action on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. **Journal General Applied Microbiology** 43:31-37.
- LINDSEY, D. L.; BAKER, R. (1967) Effect of certain fungi on dwarf tomatoes grown under gnotobiotic conditions. **Phytopathology** 57:1262-1263.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FERREIRA, P. A.; FREITAS, L. G.; DHINGRA, O. D.; GARDIANO, C. G.; CARVALHO, S. L. (2007) Potencial de isolados de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 31, n. 2, p.78-84.
- LOPEZ-LLORCA, L.V.; BORDALLO, J.J.; SALINAS, J.; MONFORT, E.; LÓPEZ-SERNA, M.L. (2002) Use of light and scanning electron microscopy to examine colonization of barley rhizosphere by the nematophagous *Verticillium chlamydosporium*. **Micron** 33:61-67.
- MAGALHÃES C.P.; XAVIER-FILHO J.; CAMPOS F.A.P. (2000) Biochemical basis of the toxicity of manipueira (liquid extract of cassava roots) to nematodes and insects. **Phytochemical Analysis** 11:57-60.
- MALAVOLTA, E. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 319 p.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. (2000) **Fruticultura tropical** 6: goiaba. Cinco Continentes, 374 p.
- MARIANO, R. de L. R.; SILVEIRA, E. B. da; GOMES, A. M. A.; RODRIGUES, V. J. L. B.; ASSIS, S. M. P. de. (2000) Biocontrole de doenças de plantas. In: TORRES, J. B.; MICHEREFF, S. J. (Eds). *Desafios do Manejo Integrado de Pragas e Doenças*, Recife: UFRPE, p. 28-110.
- MARINHO, C.S.; MILHEM, L.M.A.; ALTOÉ, J.A.; BARROSO, D.G.; POMMER, C.V. (2009) Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31:607-611.
- MARQUES, M. C. (2009) Atributos do solo, qualidade do lixiviado e crescimento de plantas de milho sob aplicação de água residuária da mandioca. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE, 92 p.
- MASCARIN, G.M.; BONFIKIM JUNIOR, M.F.; ARAUJO FILHO, J.V. de (2012) *Trichoderma harzianum* reduces population of *Meloidogyne incognita* in cucumber plants under greenhouse conditions. **Journal of Entomology and Nematology** 4(6):54-57.
- MAZZONETTO, F.; SOSSAI, V. L. M.; BENASSATTO, R.; MELO, V. P. de.; PIZETTA, L. C. (2015) Avaliação da eficiência do extrato aquoso de mandioca sobre *Meloidogyne incognita* *in vitro*. **Revista Agrogeoambiental** 7(4):105-112.

- McMAHON, J. M.; WHITE, W. L. B.; SAYRE, T. R. (1995) Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal Experimental Botany** 46(288):731-741.
- MEDINA, J. C. (1988) Cultura. In: Instituto de Tecnologias de Alimentos. Goiaba. 2. ed. Campinas: ITAL, p. 1-21.
- MELAKEBERHAN, H.; WEBSTER, J.M. (1993) The phenology of plant-nematode interaction and yield loss. In: KHAN, M.W. (Eds). **Nematode Interactions**. Chapman & Hall, p. 26-41.
- MELO, P.R.A. (1999) Níveis dos compostos cianogênicos conforme o tempo de estocagem da manipueira. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MELO, V. S. (2010) Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito na nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação - Universidade Federal de Sergipe, Aracajú – SE, 54p.
- MELO, R. F. de; FERREIRA, P. A., MATOS, A. T. de, RUIZ, H. A., OLIVEIRA, L. B. de. (2006) Deslocamento miscível de cátions básicos provenientes da água residuária de mandioca em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 10(2):456-465.
- MENDES, P.C.D.; AMBROSANO, E.J.; GUIRADO, F.R.; AREVALO, R.A. (2007) Utilização de defensivos alternativos no controle de *Enneothrips flavens* (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do amendoim. **Rev. Bras. Agroecologia**, v.2, n.1, 584-586 p.
- MENZEL, C.M. (1985) Guava: an exotic fruit with potential in Queensland. **Queensland Agricultural Journal** 3:93-98.
- MOENS, M.; PERRY, R. N. & STARR, J. (2009). *Meloidogyne* species - a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R.N.; MOENS, M.; STARR, J.L. (eds). Root-knot nematodes, Wallingford, UK, p. 1-17.
- MOKBEL, A.A. (2013) Impact of some antagonistic organisms in controlling *Meloidogyne arenaria* infecting tomato plants. **Journal of Life Sciences and Technologies** 1(1):69-74.
- MONFORT, E.; LOPEZ-LLORCA, L.V.; JANSSON, H.B.; SALINAS, J.; JAOON PARK; SIVASITHAMPARAM, K. (2005) Colonisation of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and development of root-rot. **Soil Biology & Biochemistry** 37:1229-1235.
- MONTEIRO, L. (2002) Produção de substâncias bioativas de *Bacillus* spp. contra *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Dissertação – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 74 p.
- MOREIRA, W.A.; NETO, D.H.; BARBOSA, F.R.; MOURA, A.O.; PAULA, F.R. (2001) Desenvolvimento populacional de *Meloidogyne* spp. em mudas de goiabeira estaqueadas e enxertadas tratadas com nematicidas. XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Resumos, 111 p.

MORTON, C.O.; HIRSCH, P.R.; KERRY, B. (2004) Infection of plant-parasitic nematodes by nematophagous fungi – a review of application of molecular biology to understand infection processes and to improve biological control. **Nematology** 6:161-170.

MOTA, S. (1995) Preservação e conservação de recursos hídricos. 2ª edição Rio de Janeiro: ABES, 200 p.

MUKHTAR, T.; ARSHAD HUSSAIN, M.; ZAMEER KAYANI, M. (2013) Biocontrol potential of *Pasteuria penetrans*, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne incognita* in okra. **Phytopathologia Mediterranea** 52(1):66-76.

MUNSHID, H.; SIMON, S.; LAL, A.A. (2013) Antagonistic potential of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* on *Meloidogyne incognita* of green onion (*Allium fistulosum*). **International Journal of Botany and Research** 3:15-22.

NASU, E. G. C. (2008) Composição química da manipueira e sua potencialidade no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro no oeste do Paraná. Dissertação – Universidade Oeste do Paraná, 74 p.

NASU, E. G. C.; PIRES, E; FORMENTINI, H. M; FURLANETTO, C. (2010) Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. **Tropical Plant Pathology** 35(1):32-36.

NASU, E. G. C.; FORMENTINI, H. M; FURLANETTO, C. (2015) Effect of manipueira on tomato plants infected by the nematode *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection** 78:193-197.

NEVES, W. S.; MONTEIRO, T.S.A. (2010) Primeiro relato de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira na região de Jaíba, Norte de Minas Gerais. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas** 4(2):11.

NIU, Q.; HUANG, X.; ZHANG, L; LI, J.; YANG, J.; ZHANG, K. (2006) A neutral protease from *Bacillus* nematocida, another potential virulence factor in the infection against nematodes. **Arch Microbiology** 185(6):439-448.

NUNES, H. B.; COIMBRA, J. L.; SANTOS, F. S.; SILVA, M. A. V. (2011) Parasitismo do nematoide de galhas, *Meloidogyne incognita*, em variedades de mamona. **Natureza on line** 9 (1):43-46.

NUNES, H. T. (2008) Agentes microbianos no controle de nematoides e fungos fitopatogênicos de soja e sua compatibilidade com agroquímicos. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP 75 p.

OKE, O.L. (1969) The role of hydrocyanic acid in nutrition. **World Rev. Nutr. Dietetics** 11:170 - 198.

OLIVEIRA, I.P.; OLIVEIRA, L.P.; MOURA, C.S.F.T.; JUNIOR, A.F.L.; ROSA, S.R.A. (2012) Cultivo da goiaba: do plantio ao manejo. **Revista Faculdade Montes Belos** 5(4):138-156.

- OLIVEIRA, J.G. (2014) Utilização de melão, manipueira e soro de queijo como substratos para produção de biossurfactante por *Bacillus pumilus* e sua aplicação em biorremediação de solo. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 115 p.
- OLIVEIRA, M. A.; JACOMINI, D. (2009) Tratamentos de solo no controle de nematoides visando produtividade e qualidade de raiz em plantas de yacon (*Polymnia Sonchifolia* Poep. Endl.). **Publicatio UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa** 15(2):113-120.
- OLIVEIRA R.D.L.; SILVA, M.B.; AGUIAR, N.D.C.; BÉRGAMO, F.L.K.; COSTA, A.S.V.; PREZOTTI, L. (2007) Nematofauna associada à cultura do quiabo na região leste de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira** 25: 88-93.
- OLIVER, R.P.; HEWITT, H.G. (2014). Fungicides in Crop Protection. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom. 200 p.
- OOSTENBRINK, M. (1966) Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Van der Landbouw-Hogeschool* 66(4):1-46.
- PANTAROTO, S. (2001) Isolamento, seleção, identificação e avaliação de microrganismos aeróbios “in situ”, com habilidade à biodegradação de linamarina. Dissertação de Mestrado, UNESP – Botucatu, 139 p.
- PEREIRA, F.M. (1995) Cultura da goiabeira. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. UNESP, FUNEP, 47 p.
- PEREIRA, F.M.; CARVALHO, C.A.; NACHTIGAL, J.C. (2003) Século XXI: Nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura** 25(3):498-500.
- PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. (1986) Goiabas para a industrialização. Ribeirão Preto: **Legis Summa**, 142 p.
- PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. (2002) Melhoramento da goiabeira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). Melhoramento de fruteiras tropicais. Ed. UFV, Viçosa, p. 267-289.
- PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. (2009) Melhoramento genético da goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. de; AMORIM, D. A. de. (Eds). Cultura da goiaba: do plantio à comercialização. Jaboticabal: **UNESP-FCAV**, v. 2 cap. 15, p. 371- 398.
- PEREIRA, F.O.M.; SOUZA, R.M.; SOUZA, P.M.; DOLINSKI, C.; SANTOS, G.K. (2009) Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira** 33(2):176-181.
- PERRY, R.N.; MOENS, M.; STAR, J.L. (2009) Root-Knot nematodes. **CABI, Wallingford**, 475 p.
- PIEIDADE NETO, A.; MALAGUTTI, A. M.; DONDELLI, L. E. R. (2003) Potencialidades e perspectivas da cultura da goiabeira. p. 15. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Eds) Tecnologias para produção de Goiaba. Vitória, ES. **Incaper** p. 15.
- PINHEIRO, J.B.; CARVALHO, A.D.F.; PEREIRA, R.B.; RODRIGUES, C.S. (2014) Nematoides na cultura do alho e cebola. **Embrapa, Brasília (DF)**, Circular Técnica 130.

- PONTE, J. J. (1992) Histórico das pesquisas sobre a utilização da manipueira (extrato líquido das raízes de mandioca) como defensivos agrícola. *Fitopatol. Venez.*, Maracay (venezuela) 2(5):2-5.
- PONTE, J.J. (1977) Nematoides das galhas: espécies ocorrentes no Brasil e seus hospedeiros. ESAM: Coleção MOSSOROENSE vol. LIV, 100 p.
- PONTE, J.J. (2001) Uso da manipueira como insumo agrícola: defensivo e fertilizante. In: CEREDA MP (Ed.) Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. **Fundação Cargill**, p. 80-95.
- PONTE, J.J. ; HOLANDA, Y.C.A.; ARAGÃO, M.L. (1996a) Adendo ao catálogo de plantas hospedeiras de *Meloidogyne* no Brasil. *Nematologia Brasileira* 20(1):73-81.
- PONTE, J.J.; CAVADA, B.S.; SILVEIRA-FILHO, J. (1996b) Teste com lectina no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira** 21:489-491.
- PONTE J.J.; FRANCO A. (1981) Manipueira, um nematocida não convencional de comprovada potencialidade. **Sociedade Brasileira de Nematologia** 5:25-33.
- PONTE, J.J. da; FRANCO, A. (1983) Influência da idade da manipueira na preservação do potencial nematocida do composto (nota prévia). **Sociedade Brasileira de Nematologia**. Piracicaba, 7:237-240.
- PONTE, J.J. da; TORRES, J.; FRANCO, A. (1979) Investigações sobre uma possível ação nematocida da manipueira. **Fitopatologia Brasileira** 49(3):431-434.
- PONTE J.J.; FRANCO A.; PONTES A.E.L. (1987) Estudo sobre a utilização da manipueira, como nematocida, em condições de campo. **Nematologia Brasileira** 11:42-47.
- POMMER, C.V.; MURAKAMI, K.R.N. (2009) Breeding Guava (*Psidium guajava* L.). In: JAIN, S.M., PRIYADARSHAN, P.M., **Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species**. vol.1 New York: Springer, p.83-120.
- POPENOE, W. (1974) Manual of tropical and subtropical fruits. New York: Mac Millan, 278p.
- PRATIS, S.B.Q.; WENGRAT, A.P.G.S.; CASSIANO, A.D.; FREDRICH, J.E.; PIETROWSKI, V.; LEDO, C. A. da S. (2013) Aplicação de manipueira no controle da cochonilha-da-raiz (*Dysmicoccus* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15. Inovação e sustentabilidade: da raiz ao amido: trabalhos apresentados. Salvador: CBM: Embrapa.
- PUNJA, Z.K.; UTKHEDE, R.S. (2003) Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. **Trends in Biotechnology** 21: 400-407.
- PURSEGLOVE, J.W. (1968) Myrtaceae. In: Purseglove, J.W. (Ed.) **Tropical crops: dicotyledons**. London: Longman, p. 399-419.
- RAMMAH, A.; HIRSCHMANN, H. (1988) *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. **Journal of Nematology** 20:58-69.
- RANDIG, O.; BONGIOVANNI, M.; CARNEIRO, R. M. D. G.; SARAH, J.-L.; CASTAGNONE-SERENO, P. (2002) A species-specific satellite DNA family in the genome

of the coffee root-knot nematode *Meloidogyne exigua*: application to molecular diagnostics of the parasite. **Molecular Plant Pathology** 3:431–437

RANDIG, O.; CARNEIRO, R.M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P. (2004) Identificação das principais espécies de *Meloidogyne* parasitas do cafeeiro no Brasil com marcadores SCAR-café em Multiplex-PCR. **Nematologia Brasileira** 28: 1-10.

RANDIG, O.; DEAU, F.; DOS SANTOS, M.F.A.; TIGANO, M.S.; CARNEIRO, R.M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P. (2009) A novel species-specific satellite DNA family in the invasive root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* and its potential use for diagnostics. **Europe Journal Plant Pathology** 125:485-495.

REIS, H.F.; BACCHI, L.M.A.; VIEIRA, C.R.Y.I.; SILVA, V.S. (2011) Occurrence of *Meloidogyne enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*) on guava in Ivinhema City, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 33:676-679.

RIBEIRO, J. M.; CASTRO, J.M.C; MELO, N.F.; FERNANDES, K.V.S.; PINTO, M.S.T. (2014) Efeito de extratos proteicos de amendoim sobre o desenvolvimento, a capacidade infectiva e atividade de enzimas proteolíticas de *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Ceres** 61(3):439-442.

REDOLFI, A. (2014) Avaliação da eficiência de nematicidas biológicos à base de *Pochonia chlamydosporia* (Pc-10) e *Purpureocillium lilacinum* (Pae10) no manejo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* na cultura do tabaco. Dissertação mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 55p.

RODRIGUES NETO J.; ROBBS C.F.; YAMASHIRO T.A. (1987) A bacterial disease of guava (*Psidium guajava*) caused by *Erwinia psidii* sp. nov. **Fitopatologia Brasileira** 12:345-350.

RUEHLE, G.D. (1964) El cultivo de la guayaba en la Florida. **Agriculture Tropical** 20(10):555-564.

SAHEBANI, N.; HADAVI, N. (2008) Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Soil Biol. Biochem** 40:2016–2020.

SALGADO, S.M.L.; CARNEIRO, R.M.D.G.; PINHO, R.S.C. (2011) Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro. Boletim técnico nº 98. 60p.

SALVADOR, M. A.; JOSÉ, J. V; REZENDE, R.; OLIVEIRA, H. V.; GAVA, R. (2012) Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para produção de mudas de eucalipto. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente** 5:175-188.

SÁNCHEZ, T. (2004) Evaluación de 6000 variedades de yuca. Cali: CIAT, (Programa de mejoramiento de yuca).

SANTANA NETO, J.A (2013) Uso da manipueira como suplemento na dieta para cordeiros Santa Inês. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Sergipe, 63p.

SANTOS, A. (2008) Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil. **Problemas Sociales y Regionales em América Latina, Estudio de Casos**. Universidade de Barcelona, Espanha, p. 11-25.

- SANTOS, A.B.C.; PONTE, J.J. da. (1993) Ação fungicida da manipueira no controle de oídio. **Fitopatologia Brasileira** 18:302.
- SANTOS, M.H.V. dos; ARAÚJO, A.C.; SANTOS, D.M.R.; LIMA, N.S.; LIMA, C.L.C.; SANTIAGO, A.D. (2010) Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy** 32(4):729-733.
- SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G.; QUEIROZ, M. M. F. de; NÓBREGA, L. H. P.; GOMES, B. M. (2007) Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 11(1):30-36.
- SENA, E.S. & PONTE, J.J. (1992) A manipueira no controle da meloidoginose da cenoura. **Revista da Sociedade Brasileira de Nematologia** 6:95-98.
- SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. (2004) Licopeno como agente antioxidante – **Revista de Nutrição** 17(2):227-236.
- SHARON, E.; BAR-AR-EYAL, M.; CHET, I.; HERRERA-ESTRELLA, A.; OKLEIFELD, O.; SPIEGEL, Y. (2001) Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology** 91(7):687-693.
- SIDDIQUI, I.A.; AMER-ZAREEN; ZAKI M.J.; SHAUKAT S.S. (2001) Use of *Trichoderma* species in the control of *Meloidogyne javanica*, root knot nematode of in okra and mungbean. **Pakistan Journal Biological Sciences** 4:846-848.
- SIKORA, R.A.; E. FERNÁNDEZ. (2004) Nematode parasites of vegetables. In: CHEN, Z., CHEN, S.; D.W. DICKSON (Eds). *Nematology – Advances and Perspectives*. Volume II: Nematode Management and Utilization. Beijing & Wallingford, **Tsinghua University Press & CABI Publishing**, p. 319-392.
- SIKORA, R.A.; HOFFMANN-HERGARTEN, S. (1992) Importance of plant health-promoting rhizobacteria for the control of soil-borne fungal disease and plant parasitic nematodes. **Journal of Plant Protection** 10(1):53-48.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. (2016) The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research** 11(39):3733-3740.
- SILVA, F.F.; FREITAS, P.S.L.; BERTONHA, A.; MUNIZ, A.S.; REZENDE, R. (2004) Impacto da aplicação de efluente maturado de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo. **Acta Scientiarum Agronomy** 26(4):421-427.
- SILVA, G.S.; ATAYDE SOBRINHO, C.; PEREIRA, A.L.; SANTOS, J.M. (2006) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Piauí. **Nematologia Brasileira** 30:307-309.
- SILVA, G.S.; PEREIRA, A.L.; ARAUJO, J.R.G.; CARNEIRO, R.M.D.G. (2008) Occurrence of *Meloidogyne mayaguensis* on *Psidium guajava* in the State of Maranhão, Brazil. **Nematologia Brasileira** 32:242-243.

- SILVA, J.B.T.; MELLO, S.C.M. (2007) Utilização de *Trichoderma* no controle de fungos fitopatogênicos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília – DF, 17 p.
- SILVA, R.V.; OLIVEIRA, R.D.L. (2010) Ocorrência de *Meloidogyne enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*) em Goiabeiras no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Nematologia Brasileira**, 34(3):172- 177.
- SILVA JÚNIOR, J. J.; COELHO, E. F.; SANTA'ANA, A. V.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; PAMPONET, A. J. M. (2012) Uso da manipueira na bananeira 'Terra Maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Revista Irriga** 17:353-363.
- SIQUEIRA, K. M. S.; FREITAS, V.M.; ALMEIDA, M.R.A.; SANTOS, M.F.A.; CARES, J.A.; TIGANO, M.S.; CARNEIRO, R.M.D.G. (2009) Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. **Tropical Plant Pathology** 34(4):256-260.
- SOARES, M.L.P. (2006) Estudo de controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, **Universidade Estadual Paulista**, 252 p.
- SOUBIHE SOBRINHO, J. (1951) Estudos básicos para o melhoramento da goiabeira (*Psidium guajava* L.). (Tese de Doutorado). Piracicaba, SP: **ESALQ**, 166 p.
- SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S.; ALMEIDA, G.M.C.O. (2006) Estreptomicetos no controle da meloidoginose em mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41:1759-1766.
- SOUZA, R.M.; NOGUEIRA, M.S.; LIMA, I.M.; SILVA, M.M.; DOLINSKI, C. (2006) Manejo do nematoide das galhas da goiabeira em São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros. **Nematologia Brasileira**, 30: 165-169.
- SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. (2007) Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; AALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds) Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS. Cap.5, p.205-275.
- STIRLING, G.R. (1991) Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, Problems and Prospects. Wallingford: **CAB International**, Wallingford, Oxon, UK, 282 p.
- TAYLOR, D. T.; SASSER, J. N. (1983). Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (*Meloidogyne* species). Coop. Publ. Dept. Plant Pathology, **North Carolina State University Graphics**, Raleigh, NC, 111p.
- TIAN, B.; YANG, J.; ZHANG, K-Q. (2007) Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes: populations, mechanisms of action, and future prospects. **FEMS Microbiol Ecol** 61:197-213
- TIGANO, M.S.; CARNEIRO, R.M.D.G.; JEYAPRAKASH, A.; DICKSON, D.W.; ADAMS, B.J. (2005) Phylogeny of *Meloidogyne* spp. based on 18S rDNA and the intergenic region of mitochondrial DNA sequences. **Nematology** 7:851-862.

- TIGANO, M.; SIQUEIRA, K.; CASTAGNONE-SERENO, P.; MULET, K.; QUEIROZ, P.; DOS SANTOS, M.; TEIXEIRA, C.; ALMEIDA, M.; SILVA, J.; CARNEIRO, R. (2010) Genetic diversity of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* and development of a SCAR marker for this guava-damaging species. **Plant Pathology** 59:1054-1061.
- TORRES, G.R.C.; COVELLO, V.N.; SALES JÚNIOR, R.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. (2004). *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira** 29(5):570.
- TORRES, G.R.C.; SALES JÚNIOR, R.; REHN, V.N.C.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. (2005) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeiras no Estado do Ceará. **Nematologia Brasileira** 29:105-107.
- TAVAKOL-NORABADI, M. T.; SAHEBANI, N.; ETEBARIAN, H. R. (2014) Biological control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) disease by *Pseudomonas fluorescens* (Chao). **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 4:615-621.
- VAZ, M.V.; CANEDO, E.J.; MACHADO, J.C.; VIEIRA, B.S.; LOPES, E.A. (2011) Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. **Revista do Núcleo interdisciplinar de Pesquisa e Extensão** 1(8):203-212.
- VENTURA, J.A.; COSTA, H. (2003) Manejo Integrado das doenças da goiabeira. In: COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da (Eds) Tecnologias para produção de goiaba. Vitória, ES. **Incaper**, p. 233 – 234.
- VIEITES, R. L.; BRINHOLI, O. (1994) Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca** 13(1):61-66.
- VIEITES, R.L.; BRINHOLI, O. (1995) Efeitos da aplicação da manipueira na conservação pós-colheita da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Energia na Agricultura** 10:20-21.
- VIGGIANO, J. R.; FREITAS, L. G de; LOPES, E. A. (2014) Use of *Pochonia chlamydosporia* to control *Meloidogyne javanica* in cucumber. **Biological control**, vol. 69, p. 72-77.
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO S.L.; LORITO, M. (2008) *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. **Soil Biol Biochem** 40:1–10.
- XIAOXUE, Y.; HUA, C.; JINZHU, S.; JUNZHENG, Z. (2013) Heterologous expression of an aspartic protease gene from biocontrol fungus *Trichoderma asperellum* in *Pichia pastoris*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology** 13:1373-1376.
- XU, J.H.; LIU, P.L.; MENG, Q.P.; LONG, H. (2004) Characterization of *Meloidogyne* species from China using isozyme phenotypes and amplified mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphism. **Europe Journal Plant Pathology** 110:309-315.
- ZAMBÃO, J.C.; BELLINTANI NETO, A.M. (1998) Cultura da goiaba. Campinas: CATI, 23 p. (Boletim Técnico, 236).
- ZHUO, K.; HU, M.X.; LIAO, J.L.; RUI, K. (2010) First report of *Meloidogyne enterolobii* on arrowroot in China. **Plant Disease** 94:271.

ZIJLSTRA, C. (2000) Identification of *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M. hapla* based on SCAR-PCR: a powerful way of enabling reliable identification of populations or individuals that share common traits. **European Journal of Plant Pathology** 106:283-290.

WESEMAEL, W.M.L.; VIANE, N.; MOENS, M. (2011) Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. **Nematology** 13:3-16.

WESTERICH, J.N.; ROSA, J.M.O.; WILCKEN, S.R.S. (2011) Estudo comparativo da biologia de *M. enterolobii* (= *M. mayaguensis*) e *Meloidogyne javanica* em tomateiros com Gene *Mi*. **Summa Phytopathologica** 37(1):35-41.

WHITEHEAD, A.G. (1998) Plant nematode control. New York: **CAB International**, 384 p.

WOO, S. L.; SCALA, f.; ruocco, M.; LORITO, M. (2006) The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. **Phytopathology** 96:181-185.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. (2002) Valorização de resíduos de processamento da mandioca. **Publicação Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG** 8:27-43.

WOSIACKI, G.; FIORETTO, A.M.C.; CEREDA, M.P. (1994) Utilização da manipueira para produção de biomassa oleaginosa. In: CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Paulicéia, p.151-161.

WYSS, U.; GRUNDLER, F. M. W.; MIINCH, A. (1992) The parasitic behaviour of second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. **Nematologica** 38: 98-111.

YANG, B.; EISENBACK, J.D. (1983) *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpod tree in China. **Journal of Nematology** 15: 381-393.

YANG J.; LOFFREDO A.; BORNEMAN J.; BECKER J. O. (2012) Biocontrol efficacy Among Strains of *Pochonia chlamydosporia* Obtained from a root-knot nematode suppressive soil. **Journal of Nematology**. 44(1):67-71.