

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS - CCAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL - PPGPV

ISADORA RODRIGUES GARCIA

**EFICIÊNCIA E VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES MÉTODOS
DE CONTROLE NO MANEJO DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA
GOIABEIRA**

ALEGRE – ES

2020

ISADORA RODRIGUES GARCIA

**EFICIÊNCIA E VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES MÉTODOS
DE CONTROLE NO MANEJO DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA
GOIABEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal, na linha de pesquisa Fitossanidade (Fitopatologia).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Ramos Alves.

Coorientadores: Prof. Dr. Willian Bucker Moraes;

Prof. Dr. Samuel de Assis Silva.

ALEGRE – ES

2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R696e Rodrigues Garcia, Isadora, 1995-
Eficiência e viabilidade econômica de diferentes métodos
de controle no manejo de fitonematoides na cultura da goiabeira
/ Isadora Rodrigues Garcia. - 2020.
44 f. : il.

Orientador: Fábio Ramos Alves.

Coorientadores: Willian Bucker Moraes, Samuel de Assis
Silva.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Fitopatologia. 2. Agronomia. 3. Goiabeira. I. Ramos
Alves, Fábio. II. Bucker Moraes, Willian. III. de Assis Silva,
Samuel. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

ISADORA RODRIGUES GARCIA

EFICIÊNCIA E VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES MÉTODOS DE
CONTROLE NO MANEJO DE FITONEMATÓIDES NA CULTURA DA
GOIABEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração de Fitossanidade/Fitopatologia.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2020.

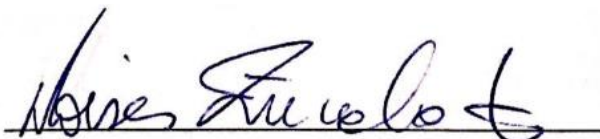
Comissão Examinadora:



Dr. Guilherme de Resende Camara

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM/NRES

Membro Externo – UFES



Prof. Dr. Moisés Zucoloto

Universidade Federal do Espírito Santo

Membro Interno – PPGPV



Prof. Dr. Willian Bucker Moraes

Universidade Federal do Espírito Santo

Coorientador

Dedico

A Deus, misericordioso e honroso pai. Aos meus pais, Maria da Penha Rodrigues de Souza Garcia e Cilney da Silva Garcia. A minha irmã Emanuelle Rodrigues Garcia. Ao meu melhor amigo e companheiro, Cayo Yoshihiro Gondo. Ao amigo e orientador Willian Bucker Moraes. Aos amigos feitos ao longo desta caminhada. A todos que me apoiaram e incentivaram. A mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos e oportunidades concedidas, assim como pela vida e saúde concedidas para a realização deste estudo;

Aos meus pais, Cilney e Penha, por todo esforço, apoio e amor incondicionais para que eu chegasse até aqui. À minha irmã, Emanuelle, que mesmo aos “trancos e barrancos”, torcemos uma pela outra. Ao meu melhor amigo e companheiro, Cayo Yoshihiro Gondo, por todo apoio, trabalho pesado, incentivo e amor ao longo dessa jornada que traçamos juntos. Aos meus sogros, Paulo Yukihiro Gondo e Gina Kiyomi Gondo, e minhas cunhadas Hiromi, Harumi, Mayumi, Kyioko e Satiko por todo apoio, carinho e incentivo. À minha amiga, Franciane Babiski Santos, que percorreu todo o caminho até aqui ao meu lado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao meu amigo e eterno orientador, Willian Bucker Moraes, pela confiança, crescimento, atenção, ensinamentos e amizade ao longo desses 5 anos de convivência. Por nunca ter medido esforços para me ajudar e sempre nos forçar a sermos melhores.

Ao meu orientador Fábio Ramos Alves, pelo crescimento, auxílio e amizade;

À banca examinadora deste trabalho;

Aos amigos que fizeram parte desta jornada comigo, por toda amizade, trabalho pesado e auxílio em todo o período de pesquisa, Jordania Bolzan dos Santos, Matheus Ricardo da Rocha, Guilherme de Resende Camara, Breno Benvindo dos Anjos, Mila Letice Sangali Mattos Ferreira, Aline Barroso da Silva e Lucas Santanna.

Ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais (LEMP) pelo apoio na realização desta pesquisa, assim como o fornecimento de toda a estrutura necessária para tal e pelo meu aperfeiçoamento pessoal ao longo destes anos;

Ao Sr. Deuclério e Sra. Tereza Klippel, Valéria e Luciano, Andréia, Robson e Sr. Jocimar por toda a atenção, carinho, amizade e por disponibilizar a propriedade para a realização desta pesquisa;

Ao prof. Samuel de Assis Silva pelo apoio na realização desta pesquisa;

A ADAMA Brasil, pelo apoio na realização desta pesquisa;

Ao Programa de Produção Vegetal pela oportunidade de realização desta pesquisa e aperfeiçoamento pessoal;

Ao NUDEMAFI, pelo fornecimento da estrutura;

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de ingresso no mestrado e realização da pesquisa;

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
Hipóteses	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. LOCAL DO ESTUDO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	17
2.3. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E A INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES	18
2.5. INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES E EFICIÊNCIA RELATIVA (ER)	19
2.7. VIABILIDADE ECONÔMICA DOS MÉTODOS DE CONTROLE	20
2.8. ASSOCIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOIDES COM <i>Fusarium</i> sp. E SENSIBILIDADE DESTE FUNGO AO FLUENSULFONE.....	20
2.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E A INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES	21
3.1.1. Variáveis meteorológicas	21
3.1.2. Correlação com as variáveis meteorológicas.....	22
3.2. INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES E EFICIENCIA RELATIVA DE CONTROLE (%)......	25
3.2.1. Intensidade populacional de fitonematoides	25
3.2.2. Eficiência relativa dos métodos de controle	30
3.3. VIGOR, PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE DOS MÉTODOS DE CONTROLE	32
3.3.1. Vigor.....	32
3.3.2. Produtividade.....	34
3.4. ASSOCIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOIDES COM <i>Fusarium</i> sp. E SENSIBILIDADE DESTE FUNGO AO FLUENSULFONE.....	38
4. CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Descrição dos tratamentos, doses e volume de calda, utilizados no experimento, ano agrícola de 2019, no manejo de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp. na cultura da goiabeira em campo. 17
- Tabela 2.** Descrição dos custos de aplicação (mão-de-obra + pulverizador costal 20L), custos dos produtos e cotação comercial do quilo da goiaba (CEASA, 08 jan., 2020).. 20
- Tabela 3.** Coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre a intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) *Meloidogyne enterolobii* em raiz, solo e ovos de *M. enterolobii* em raiz e as variáveis meteorológicas para a Propriedade 1 em Afonso Claudio - ES..... 23
- Tabela 4.** Coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre a intensidade populacional de *Rotylenchulus* sp., em raiz e solo, e as variáveis meteorológicas para a Propriedade 2, em Afonso Claudio - ES..... 24
- Tabela 5.** Efeito dos tratamentos no solo sobre a intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne enterolobii* em raízes e solo, e ovos em raízes durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos em pomar de goiabeira. 26
- Tabela 6.** Efeito dos tratamentos no solo sobre a intensidade populacional de fêmeas jovens de *Rotylenchulus* sp. em raízes e solo durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos em pomar de goiabeira. 28
- Tabela 7.** Eficiência Relativa (%) de nematicidas sobre juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidoyne enterolobii* em raízes de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Claudio, ES..... 30
- Tabela 8.** Eficiência Relativa (%) de nematicidas sobre fêmeas jovens de *Rotylenchulus* sp. em raízes de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Claudio, ES. 31
- Tabela 9.** Efeito de nematicidas sobre o vigor (valores de NDVI) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Cláudio, ES. 32
- Tabela 10.** Efeito de nematicidas sobre o vigor (valores de NDVI) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Cláudio, ES. 33

Tabela 11. Efeito de nematicidas sobre a produtividade (Kg.ha⁻¹) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Cláudio, ES. 34

Tabela 12. Efeito de nematicidas sobre a produtividade (Kg.ha⁻¹) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Cláudio, ES. 35

Tabela 13. Viabilidade econômica dos tratamentos, ganho de produtividade e ganho líquido no controle de *Meloidogyne enterolobii* por hectare, em pomares de goiabeira. Propriedade 1. Afonso Claudio-ES, 2019. 36

Tabela 14. Viabilidade econômica dos tratamentos, ganho de produtividade e ganho líquido no controle de *Rotylenchulus* sp. por hectare, em pomares de goiabeira. Afonso Claudio-ES, 2019. 36

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperatura máxima, média e mínima (°C) ao longo de oito meses de avaliação. Afonso Claudio - ES, 2019. 21
- Figura 2.** Umidade relativa média do ar (%) e precipitação (mm) ao longo de oito meses de avaliação. Afonso Claudio-ES, 2019. 22
- Figura 3.** Efeito do nematicida Fluensulfone (480 g.L⁻¹), na dose de 2,0 L.ha⁻¹, sobre o crescimento micelial de *Fusarium* sp..... 38

RESUMO

A cultura da goiabeira possui grande potencial para expansão no mercado nacional e internacional, no entanto, a ocorrência de fitonematoides na cultura tem limitado a sua produção e inviabilizado áreas de cultivo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência e viabilidade econômica de nematicidas químico e biológico no manejo de fitonematoides na cultura da goiabeira. O experimento foi conduzido em dois pomares comerciais de goiabeira, cultivar Paluma, no município de Afonso Claudio, no estado do Espírito Santo. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com oito (8) tratamentos e quatro (4) repetições. O manejo da cultura foi o mesmo utilizado pelos produtores rurais, exceto para o uso de defensivos químicos e de agentes de controle biológico. Os tratamentos foram: (1) testemunha (uso apenas de água) - Controle Negativo (CTRL), (2) *Trichoderma harzianum* (TRI) (Trichodermil®; Koppert Biological Systems, Brasil), (3) *Ascophyllum nodosum* + hidróxido de potássio (EG) (ExpertGrow®; ADAMA Agricultural Solutions, Brasil); (4) Fluensulfone (NI) (Nimitz®; ADAMA, Agricultural Solutions, Brasil), (5) TRI + EG, (6) NI + TRI, (7) NI + EG, (8) NI + TRI + EG. Cada repetição foi composta por uma unidade experimental com quatro linhas, sendo que cada linha foi composta por três plantas. Os produtos foram aplicados via drench, após a limpeza da cobertura morta sobre o solo, na faixa de aplicação, sendo a aplicação realizada na superfície do solo em faixas de 100 cm de largura no sentido da linha. As avaliações foram realizadas a cada trinta dias, sendo: 0 dias após a primeira aplicação (0 DAA1), 30 DAA1, 60 DAA1, 90 DAA1, e aos 0 dias após a segunda aplicação dos tratamentos (0 DAA2), 30 DAA2, 60 DAA2 e 90 DAA2. Em cada avaliação foram coletadas amostras de raízes e solo das plantas de cada repetição dos tratamentos, o vigor das plantas e a produtividade de acordo com o manejo do produtor. As amostras de raízes e solo foram processadas em laboratório, e posteriormente, quantificada a população de fitonematoides com o auxílio de uma câmara de contagem de Peters. Realizou-se o cálculo da Eficiência Relativa (ER) e da viabilidade econômica do uso de nematicidas no manejo de fitonematoides na cultura da goiabeira. As variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) foram correlacionadas com a intensidade populacional de fitonematoides meio da correlação de Pearson. Também foi avaliada a associação da ocorrência de fitonematoides com *Fusarium* sp. nas amostras raízes e solo, e a sensibilidade do fungo ao nematicida Fluensulfone. As variáveis meteorológicas foram favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos durante grande parte do período de avaliação, com temperaturas entre 15 e 32 °C, no entanto, houve má distribuição de precipitação, resultando em períodos de seca. O uso do nematicida químico sintético Nimitz®, isolado ou em associação com o nematicida biológico Trichodermil® e/ou com o fertilizante ExpertGrow®, foi eficiente no controle de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp.. Houve aumento significativo no vigor das plantas nos tratamentos nos tratamentos TRI, EG, NI, TRI + EG, NI + EG, NI + TRI e NI + TRI + EG, aos 60 (60DAA1) e 90 (90DAA1) dias após a primeira aplicação dos tratamentos, na propriedade 1, e aos 30 dias após a primeira aplicação dos tratamentos (30 DAA1), na propriedade 2. Maiores ganhos de produtividade foram obtidos com a utilização do fertilizante ExpertGrow®, isolado ou em associação com o nematicida químico sintético

Nimitz® e/ou nematicida biológico Trichodermil®. Houve associação entre *Fusarium* sp. e *Meloidogyne enterolobii*. No entanto, esta associação não foi observada com *Rotylenchulus* sp.. O nematicida Fluensulfone (480 g.L⁻¹), inibiu em 100% o crescimento de *Fusarium* sp. em placas de Petri com meio BDA contendo o nematicida na dose de 2,0 L.ha⁻¹. A aplicação dos nematicidas químicos e biológicos avaliados no presente estudo apresentaram viabilidade econômica para o controle de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp. em campo.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, Fluensulfone, *Trichoderma harzianum*, Manejo Integrado de Doenças de Plantas.

ABSTRACT

The guava culture has great potential for expansion in the national and international market, however, the occurrence of phytonematodes in the culture has limited its production and made cultivation areas unfeasible. The objective of the present study was to evaluate the efficiency and economic viability of chemical and biological nematicides in the management of phytonematodes in guava culture. The experiment was conducted in two commercial guava orchards, cultivar Paluma, in the municipality of Afonso Claudio, in the state of Espírito Santo. A randomized block design with eight (8) treatments and four (4) repetitions was used. Crop management was the same used by rural producers, except for the use of chemical pesticides and biological control agents. The treatments were: (1) control (use of water only) - Negative Control (CTRL), (2) *Trichoderma harzianum* (TRI) (Trichodermil®; Koppert Biological Systems, Brazil), (3) *Ascophyllum nodosum* + potassium hydroxide (EG) (ExpertGrow®; ADAMA Agricultural Solutions, Brazil); (4) Fluensulfone (NI) (Nimitz®; ADAMA, Agricultural Solutions, Brazil), (5) TRI + EG, (6) NI + TRI, (7) NI + EG, (8) NI + TRI + EG. Each repetition was composed of an experimental unit with four lines, and each line was composed of three plants. The products were applied via a drench, after cleaning the mulch over the soil, in the application range, being applied to the soil surface in bands of 100 cm wide in the direction of the line. How the notes were executed every thirty days, being: 0 days after the first application (0 DAA1), 30 DAA1, 60 DAA1, 90 DAA1 and 0 days after the second application (0 DAA2), 30 DAA2, 60 DAA2 and 90 DAA2. In each evaluation, samples of roots and soil from a repeated application, plant vigor, and recovery were collected according to the management of the producer. As amounts of roots and soil were processed in the laboratory, and subsequently, the population of phytonematodes was quantified with the aid of a Peters counting chamber. Relative Efficiency (ER) and the economic viability of the use of nematicides in the management of phytonematodes in guava culture were performed. The meteorological variables (temperature, relative humidity and precipitation) were correlated with the population intensity of phytomatoids using Pearson's correlation. The association of the occurrence of phytonmatoids with *Fusarium* sp. in the roots and soil samples, and the sensitivity of the fungus to the nematicide Fluensulfone. The meteorological variables were favorable to the development of pathogens during most of the evaluation period, with temperatures between 15 and 32 ° C, however, there was a poor distribution of precipitation, resulting in periods of drought. The use of the synthetic chemical nematicide Nimitz®, alone or in combination with the biological nematicide Trichodermil® and/or with the ExpertGrow® fertilizer, was efficient in the control of *M. enterolobii* and *Rotylenchulus* sp.. There was a significant increase in the vigor of the plants in the treatments in the treatments TRI, EG, NI, TRI + EG, NI + EG, NI + TRI and NI + TRI + EG, at 60 (60DAA1) and 90 (90DAA1) days after the first application of treatments, on property 1, and 30 days after the first application of treatments (30 DAA1), on property 2. Greater productivity gains were obtained with the use of the ExpertGrow® fertilizer, alone or in combination with the synthetic chemical nematicide Nimitz® and/or biological nematicide Trichodermil®. There was an association between *Fusarium* sp. and *Meloidogyne enterolobii*. However, this association has not been observed with *Rotylenchulus* sp.. The nematicide Fluensulfone (480 g.L-1), inhibited the growth of

Fusarium sp. in Petri dishes with BDA medium containing the nematicide at a dose of 2.0 L.ha⁻¹. The application of chemical and biological nematicides evaluated in the present study showed economic viability for the control of *M. enterolobii* and *Rotylenchulus* sp. in the field.

Keywords: *Psidium guajava*, Fluensulfone, *Trichoderma harzianum*, Integrated Plant Disease Management.

Hipóteses

- O uso de nematicida químico sintético Nimitz, isolado ou em associação com o nematicida biológico Trichodermil® e/ou com o fertilizante ExpertGrow®, é eficiente no controle de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp. na cultura da goiabeira.
- O uso de nematicidas químico e biológico, assim como sua associação, promove o aumento do vigor e maiores ganhos de produtividade, sendo o seu uso viável economicamente.

1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), é uma frutífera pertencente à família das Myrtaceas e de fácil adaptação à diferentes climas. O Brasil é o maior produtor mundial da frutífera, sendo seu cultivo realizado, principalmente, nas regiões Nordeste e Sudeste. Os principais estados produtores são Pernambuco e São Paulo, que detém cerca de 92% da produção nacional de goiaba. Em 2018, a produção brasileira alcançou cerca de 460 mil toneladas, com área plantada de 17 mil hectares, sendo grande parte da produção destinada ao mercado interno. No entanto, mesmo com a expansão da cultura nos últimos anos, a exportação ainda é limitada. Em 2018, o Brasil exportou cerca de 0,17 mil toneladas (IBGE, 2019). A preferência do mercado externo pela goiaba de polpa branca é o principal fator responsável pela baixa exportação, pois, a produção brasileira, em grande parte, é de goiabada de polpa vermelha, a qual é preferência do mercado interno.

No estado do Espírito Santo, a fruticultura tem posição de destaque dentre as os cultivos agrícolas implantados. A cultura da goiabeira começou a ter maior importância socioeconômica após a implantação do Polo de Goiaba Estadual, em 2003, no município de Pedro Canário. No ano de 2018, a área colhida com a cultura foi de 473 hectares, com produção total de 9.226 toneladas e rendimento médio de 19.505 Kg.ha⁻¹ de frutos comercializados *in natura* para mesa e indústria (IBGE, 2019).

Diversos fatores podem influenciar no sucesso do cultivo da goiabeira, dentre eles, a ocorrência de doenças é um dos principais fatores responsáveis por perdas de até 100% da produção (Embrapa, 2010). Diversas doenças podem ocorrer na cultura da goiabeira, sendo as principais doenças: a bacterioses (*Erwinia psidii*), ferrugem (*Puccinia psidii*), antracnose (*Colletotrichum* spp.) e fitonematoides.

A ocorrência de fitonematoides na cultura é um dos principais entraves ao sucesso econômico da cultura, pois, além dos danos causados diretamente à planta e reduções significativas da produtividade, em altas populações, podem ocasionar a inviabilização da área de cultivo (Carneiro et al., 2001; Siqueira et al., 2009; Tigano et al., 2010). Dentre as espécies de fitonematoides que ocorrem na cultura, *Meloidogyne enterolobii* é a principal espécie economicamente limitante ao cultivo, principalmente, se sua ocorrência estiver associada a *Fusarium* sp., ocasionando o declínio da goiabeira (Souza et al., 2007; Alves, 2016). Outras espécies também podem ocorrer na cultura, como *Rotylenchulus* sp., que possui potencial capacidade de causar declínio da produção isoladamente ou em associação com outros patógenos de solo (Khan et al., 2007; Korayem et al., 2014).

O manejo de fitonematoides é realizado, principalmente, por meio do controle químico com nematicidas sintéticos. No entanto, devido à alta toxicidade destes produtos a organismos não-alvo, humanos e animais, muitos produtos foram proibidos e retirados de mercado recentemente, ocasionando uma brusca redução no número de nematicidas disponíveis no mercado (Oka e Saroya, 2019). Nos últimos anos, estratégias de manejo integrado têm sido amplamente difundidas, promovendo redução de custos exacerbados, aumento da eficiência do manejo de fitonematoides e favorecimento da sustentabilidade do ecossistema (Bridge, 2000; Ritzinger e Fancelli, 2006).

O manejo integrado de fitonematoides é de fundamental importância, tanto para o sucesso econômico da cultura da goiabeira, quanto para o favorecimento da sustentabilidade do ecossistema. Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficiência e viabilidade econômica de diferentes métodos de controle no manejo de fitonematoides na cultura da goiabeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCAL DO ESTUDO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em duas lavouras de cultivo comercial de goiabeira (*Psidium guajava*), cultivar Paluma, localizadas na região Sul do estado do Espírito Santo, selecionadas e caracterizadas, para fins de comparação, com base na similaridade entre a idade da lavoura (10 anos), espaçamento de plantio (6 metros entre linhas e 5 metros entre plantas) e tratos culturais (irrigação e adubação). O manejo da cultura foi o mesmo utilizado pelos produtores rurais, com exceção para o uso de defensivos químicos, agentes de controle biológico e manejo de poda. Na propriedade 1 (1 (-20.1466987 / -41.1036304, a 300 m de altitude) utilizou-se manejo de poda drástica e, na propriedade 2 ((-20.1424982 / -41.1162971, a 330 m de altitude), utilizou-se manejo de poda contínua.

Na propriedade 1, constatou-se apenas a presença de *Meloidogyne enterolobii*, e, na propriedade 2, constatou-se a presença de *Rotylenchulus sp.*.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro blocos e 8 de tratamentos (Tabela 1): (1) testemunha (uso apenas de água) - Controle (CTRL), (2) *Trichoderma harzianum* (TRI) (Trichodermil®; Koppert Biological Systems, Brasil), (3) *Ascophyllum nodosum* + hidróxido de potássio (EG) (ExpertGrow®; ADAMA Agricultural Solutions, Brasil); (4) Fluensulfone (NI) (Nimitz ®; ADAMA, Agricultural Solutions, Brasil), (5) TRI + EG, (6) NI + TRI, (7) NI + EG, (8) NI + TRI + EG. Cada repetição foi composta por uma unidade experimental com quatro linhas, sendo que cada linha foi composta por três plantas.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, doses e volume de calda, utilizados no experimento, ano agrícola de 2019, no manejo de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus sp.* na cultura da goiabeira em campo.

Tratamento*	Dosagem (L.ha ⁻¹)	Volume de calda (L.ha ⁻¹)
CTRL	-	-
TRI	2,0	300
EG	0,5	300
NI	2,0	300
TRI + EG	2,0 + 0,5	300
NI + TRI	2,0 + 2,0	300
NI + EG	2,0 + 0,5	300
NI + TRI + EG	2,0 + 2,0 + 0,5	300

*CTRL refere-se ao controle, TRI refere-se a *Trichoderma harzianum*, EG refere-se a *Ascophyllum nodosum* + hidróxido de potássio, NI refere-se a fluensulfone.

2.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS FITONEMATOIDES

As amostras de raiz e solo foram coletadas, em sentido zigue-zague, da profundidade de 20-30 cm do solo. As amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e, posteriormente, em caixas de isopor para o transporte. Após a recepção do material no Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas

e Florestais (LEMP), as mesmas foram acondicionadas em geladeira, até o momento da extração.

A extração dos fitonematoides das raízes foi realizada por meio de 10 gramas de raízes, processadas em liquidificador, conforme o método anteriormente descrito por Hussey e Barker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981).

A extração dos fitonematoides do solo foi realizada por meio de 100 gramas de solo, conforme o método anteriormente descrito por Jenkins (1964).

Após a extração das amostras de raiz e solo, procedeu-se a quantificação e identificação dos fitonematoides, com o auxílio de uma câmara de contagem de Peters. A identificação de cada espécie foi realizada com base nos aspectos morfológicos.

2.3. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E A INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES

Para a verificação da existência da correlação entre as variáveis temperatura (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) e a intensidade populacional dos fitonematoides, instalou-se uma estação meteorológica automática, modelo Irriplus E5000, nas propriedades rurais. A coleta dos dados meteorológicos da estação foi realizada mensalmente, conforme as datas de avaliação anteriormente citadas.

Os dados de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, obtidos por meio da estação meteorológica foram submetidos à análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$), com o auxílio do software Estatística, versão 10.0 (Statsoft, 2011).

2.4. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E AVALIAÇÕES

Os tratamentos foram aplicados via drench, com volume de 1 litro de calda por planta, após a limpeza da cobertura morta, na superfície do solo em faixas de 100 cm de largura. O experimento foi conduzido durante oito meses, realizando-se duas aplicações.

A primeira aplicação foi realizada no dia 11/05/2019, às 08:00 da manhã, com dia encoberto, umidade relativa (UR) = 99%, temperatura média = 19 °C, velocidade do vento = 0,8 m/s, e o final da aplicação dos tratamentos se deu às 11:30 da manhã do mesmo dia. A segunda aplicação foi realizada no dia 19/09/2019, às 07:00 horas da manhã, com dia encoberto, umidade relativa de 78%, temperatura média = 19,5°C, velocidade do vento = 1,0 m/s, e o final da aplicação dos tratamentos se deu às 12:00 da manhã do mesmo dia.

As avaliações foram realizadas a cada 30 dias, totalizando oito avaliações, a saber, aos: 0, 30, 60 e 90 DAA1 e 0, 30, 60 e 90 DAA2, nas seguintes datas:

1ª Avaliação – 11/05/2019 – 0 DDA1

2ª Avaliação – 15/06/2019 – 30 DDA1

3ª Avaliação – 13/07/2019 – 60 DDA1

4ª Avaliação – 17/08/2019 – 90 DDA1

5ª Avaliação: 19/09/2019 – 0 DAA2

6ª Avaliação: 12/10/2019 – 30 DAA2

7ª Avaliação: 09/11/2019 – 60 DAA2

8ª Avaliação: 02/12/2019 – 90 DAA2

2.5. INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES E EFICIÊNCIA RELATIVA (ER)

As amostras de raízes e solos foram coletadas mensalmente após a instalação do experimento. As amostras foram retiradas da camada 20-30 cm do solo, embaladas em sacos plásticos e armazenadas até o momento da extração. As extrações foram realizadas no Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais, da Universidade Federal do Espírito Santo, localizados na cidade de Alegre, Espírito Santo, Brasil.

Os fitonematoides foram extraídos do sistema radicular por meio de 10 gramas de raízes, de cada repetição, processadas em liquidificador, conforme o método anteriormente descrito por Hussey e Barker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981). Para a extração dos fitonematoides do solo, utilizou-se 100 gramas de solo de cada amostra, conforme o método anteriormente descrito por Jenkins (1964). A quantificação da intensidade populacional de fitonematoides foi realizada com o auxílio de uma câmara de contagem de Peters, quantificando-se juvenis de segundo estágio (J2) e ovos, para *Meloidogyne enterolobii*, e, adultos e ovos para *Rotylenchulus sp.*. Não foram quantificados ovos de ambas as espécies no solo.

A Eficiência Relativa (ER) dos tratamentos foi obtida por meio da fórmula adaptada de Henderson e Tilton (1955),

$$ER = \frac{(1 - T)}{C} \times 100$$

Em que: T, refere-se à intensidade populacional em cada tratamento avaliado e, C, refere-se à intensidade populacional no tratamento Controle (testemunha).

2.6. VIGOR DAS PLANTAS E QUANTIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

O vigor das plantas foi monitorado mensalmente utilizando o sensor manual portátil GreenSeeker™ (Trimble, Sunnyvale, CA). Os valores do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram determinados por meio da medição da copa das plantas, a uma altura de aproximadamente 80 cm da copa.

A produtividade foi determinada conforme o período de colheita de cada propriedade rural, durante todo o período de estudo, colhendo-se os frutos e pesando-os. A colheita foi realizada a partir do mês de outubro, semanalmente, na propriedade 1, e a partir do mês de julho, na propriedade 2. A diferença entre períodos de colheita, deve-se ao manejo de poda realizado em cada propriedade.

A produtividade total (Kg.ha⁻¹) de cada tratamento foi determinada por meio da soma do peso dos frutos em cada período de colheita.

2.7. VIABILIDADE ECONÔMICA DOS MÉTODOS DE CONTROLE

A viabilidade de econômica dos métodos de controle foi obtida por meio da cotação comercial dos valores dos produtos utilizados, custo de aplicação, com base na cotação comercial de mão-de-obra e pulverizador costal de 20L, e cotação do preço da goiaba no CEASA, ES. Os valores podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos custos de aplicação (mão-de-obra + pulverizador costal 20L), custos dos produtos e cotação comercial do quilo da goiaba (CEASA, 08 jan., 2020).

Produto	Custo do produto (R\$.L ⁻¹)	Custo de Aplicação (R\$.ha ⁻¹)	Cotação Comercial da Goiaba (R\$.Kg ⁻¹)
Nimitz ®	800,00	215,00	2,00
Trichodermil ®	120,00	215,00	2,00
ExpertGrow®	110,00	215,00	2,00

Com base nestes valores, calculou-se os ganhos de produtividade (R\$.ha⁻¹) e o ganho líquido (R\$.ha⁻¹), descontando-se o custo de controle (Custo da Aplicação + Custo do Produto).

Os preços de cada produto utilizado foram obtidos por meio da cotação comercial com representantes das empresas ADAMA (Nimitz® e ExpertGrow®) e KOPPERT (Trichodermil®).

2.8. ASSOCIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOIDES COM *Fusarium* sp. E SENSIBILIDADE DESTE FUNGO AO FLUENSULFONE

Os isolados de *Fusarium* sp. foram obtidos de fragmentos de raízes de goiabeiras com sintomas de podridão. Após o isolamento em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), os isolados foram acondicionados em Câmara de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), sob temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas e, após o crescimento completo da colônia, procedeu-se a identificação da espécie com base em características morfológicas.

Para o teste de sensibilidade dos isolados de *Fusarium* sp. ao nematicida, adicionou-se Fluensulfone (480 g.L⁻¹) ao meio de cultura BDA, na dose de 2,0 L.ha⁻¹, e posteriormente, adicionou-se ao centro da placa de Petri, um disco de micélio, contendo as estruturas do patógeno. Como testemunha, utilizou-se placas de Petri contendo apenas meio de cultura BDA. As placas foram acondicionadas em Câmara de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), sob fotoperíodo de 12 horas e temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$. A avaliação do experimento iniciou-se 24 horas após a sua instalação, medindo-se diariamente o diâmetro do crescimento micelial (cm) em dois sentidos perpendiculares, excluindo-se o diâmetro do disco e tomando-se a média como valor de crescimento.

2.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados de intensidade populacional, vigor e produtividade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), homogeneidade dos resíduos pelo teste de Cochran e Bartlett ($p \geq 0,05$) e normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ($p \geq 0,05$). Posteriormente,

observada a não homogeneidade e normalidade, os dados foram submetidos à comparação das médias pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$) com o auxílio do software R (R Core Team, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, evidenciou-se a ocorrência de *Meloidogyne enterolobii*, associado a *Fusarium* sp., e a ocorrência de *Rotylenchulus* sp., este não associado ao *Fusarium* sp., em pomares comerciais de goiabeira, cultivar Paluma. Não existem relatos da ocorrência de *Rotylenchulus* sp. em pomares de goiabeiras no estado do Espírito Santo, sugerindo que este estudo seja o primeiro relato desta ocorrência.

3.1. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E A INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES

3.1.1. Variáveis meteorológicas

Durante a condução do experimento houve ocorrência de temperaturas favoráveis ($25-30^{\circ}\text{C}$) ao desenvolvimento de ambas espécies de patógenos durante grande parte do período de avaliação, no entanto, houve má distribuição da precipitação ao longo deste período. Com base na Figura 2 e 3, é possível observar que durante a estação seca do ano (maio a agosto), houveram maiores amplitudes térmicas, escassas precipitações e umidade relativa do ar variando entre 60 a 80%. A partir do final do mês de setembro, com o início do período chuvoso, houve aumento na frequência e volume de precipitação e as temperaturas máximas ultrapassaram os 30°C com maior frequência, entretanto, a umidade relativa do ar permaneceu baixa, variando de 50 a 80% (Figura 1 e 2).

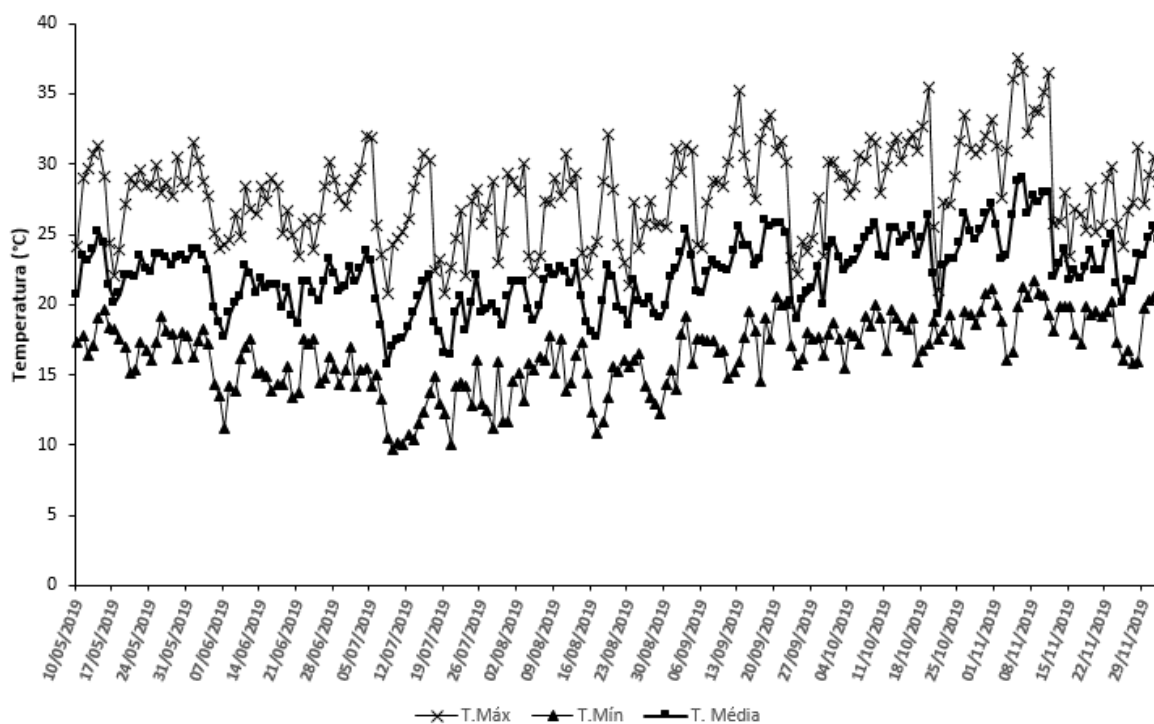


Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$) ao longo de oito meses de avaliação. Afonso Claudio - ES, 2019.

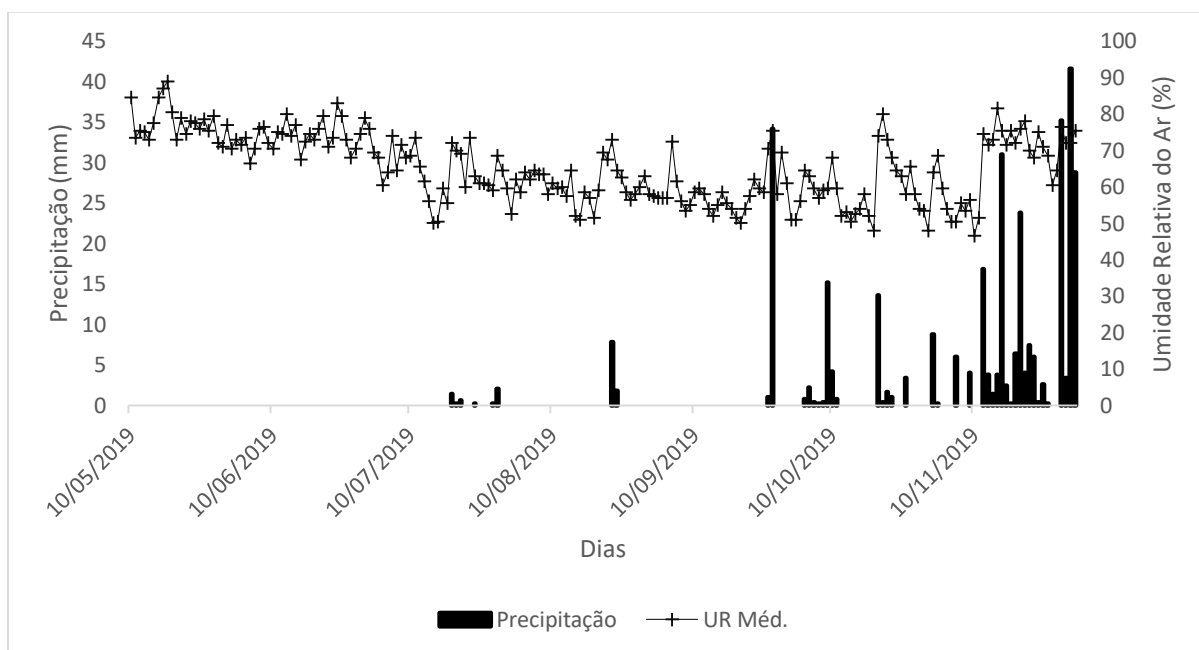


Figura 2. Umidade relativa média do ar (%) e precipitação (mm) ao longo de oito meses de avaliação. Afonso Claudio-ES, 2019.

Durante os meses de maio a agosto, as temperaturas mínimas atingiram com maior frequência a faixa de 9 a 10 °C e com temperatura máxima não ultrapassando os 32°C. A menor temperatura observada neste período foi de 9,7°C, durante o mês de julho (60 DAA1), em contraste, a maior temperatura foi observada durante o mês novembro, atingindo os 36,6 °C. A maior amplitude térmica observada (21,3°C) ocorreu durante mês de agosto. Não houveram precipitações nos meses de maio e junho, escassas precipitações nos meses de julho, agosto e meados do mês de setembro. A partir do final do mês de setembro, houve acréscimo no volume e frequência de precipitações, com máxima de 41,6 mm no dia 01/12/2019 e acúmulo de 331 mm ao longo de todo o período experimental.

3.1.2. Correlação com as variáveis meteorológicas

Houve correlação significativa entre a intensidade populacional de *M. enterolobii* (juvenis de segundo estágio (J2) na raiz e solo, e ovos) com as variáveis meteorológicas (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre a intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) *Meloidogyne enterolobii* em raiz, solo e ovos de *M. enterolobii* em raiz e as variáveis meteorológicas para a Propriedade 1 em Afonso Claudio - ES.

Variável	J2 Raiz (Nº de J2/ 100 g de raiz)	J2 Solo (Nº de J2/ 100 g de solo)	Ovos Raiz (Nº de ovos/100 g de raiz)
Tmáx.	0,17*	-0,38*	-0,13*
Tmed.	0,14*	-0,28*	-0,23*
Tmín.	0,12*	-0,21*	-0,28*
PREC.	0,38*	-0,20*	-0,21*
URmáx.	0,14*	-0,17*	-0,43*
URmed.	0,16*	-0,13*	-0,48*
URmín.	0,16*	-0,09*	-0,47*

Tmax refere-se à temperatura máxima, Tmed. refere-se à temperatura média, Tmin. refere-se à temperatura mínima; Prec. refere-se à precipitação; URmáx. Refere-se à umidade relativa máxima do ar, URmed. refere-se à umidade relativa média do ar e URmín. refere-se à umidade relativa mínima do ar. * valores estatisticamente significativos.

Para a variável intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii* na raiz, houve correlação positiva significativa com todas as variáveis meteorológicas. Dessa forma, o aumento da temperatura promoveu o aumento da população J2 de *M. enterolobii* na raiz. O maior valor de correlação para esta variável (J2 raiz) ocorreu com a variável meteorológica precipitação (0,38).

Correlações significativas ocorreram entre a variável intensidade populacional de J2 de *M. enterolobii* no solo e as variáveis meteorológicas em estudo, no entanto, estas correlações foram negativas para todas as variáveis meteorológicas. Correlações significativas negativas também ocorreram entre a variável população de ovos de *M. enterolobii* nas raízes e as variáveis precipitação e umidade relativa do ar. Dessa forma, aumentos das variáveis temperatura, precipitação e umidade relativa do ar promovem reduções das variáveis população de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii* no solo e população de ovos de *M. enterolobii* nas raízes.

Para *Rotylenchulus* sp., houve correlação ($p < 0,05$) da intensidade populacional na raiz e no solo da goiabeira com ao menos uma das variáveis meteorológicas em estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre a intensidade populacional de *Rotylenchulus* sp., em raiz e solo, e as variáveis meteorológicas para a Propriedade 2, em Afonso Claudio - ES.

Variável	Nem. Raiz (Nº de fêmeas/ 10 g de raiz)	Nem. Solo (Nº de fitonematoides/ 100 g de solo)
Tmáx.	0,38*	0,80 ^{ns}
Tméd.	0,37*	0,72 ^{ns}
Tmín.	0,36*	0,64*
PREC.	-0,17*	0,33*
URmáx.	0,44*	-0,25*
URméd.	0,39*	-0,17*
URmín.	0,32*	-0,11*

Tmáx refere-se à temperatura máxima, Tméd. refere-se à temperatura média, Tmin. refere-se à temperatura mínima; Prec. refere-se à precipitação; URmáx. Refere-se à umidade relativa máxima do ar, URméd. refere-se à umidade relativa média do ar e URmín. refere-se à umidade relativa mínima do ar. * valores estatisticamente significativos; ^{ns} valores estatisticamente não significativos.

Há correlação positiva e significativa entre a intensidade populacional de fêmeas adultas de *Rotylenchulus* sp. na raiz e as variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Dessa forma, aumentos na temperatura e umidade relativa do ar promovem aumentos na população de fêmeas adultas de *Rotylenchulus* sp. em raízes de goiabeira. Não houve correlação positiva entre a precipitação e a intensidade populacional de fêmeas adultas na raiz, no entanto, a mesma foi significativa. Nesse sentido, aumentos na precipitação promovem reduções na população de fêmeas adultas de *Rotylenchulus* sp. em raízes.

Houve correlação significativa positiva entre a variável intensidade populacional de *Rotylenchulus* sp. no solo e a variável meteorológica temperatura mínima e precipitação. Dessa forma, aumentos destas duas variáveis promovem aumentos na população de fêmeas adultas de *Rotylenchulus* sp. em solo. Não houve correlação com as variáveis Temperatura Máxima e Temperatura Média.

Por outro lado, houve correlação significativa negativa entre a intensidade populacional de fêmeas adultas de *Rotylenchulus* sp. no solo e a variável meteorológica umidade relativa do ar. Sendo assim, aumentos na umidade relativa do ar promovem reduções na população deste nematoide no solo, e vice-versa.

A temperatura e a presença de água, na raiz e no solo, são as principais variáveis meteorológicas envolvidas no sucesso do desenvolvimento de fitonematoides, influenciando a multiplicação celular, o desenvolvimento embrionário, assim como a sobrevivência, eclosão dos ovos dos fitonematoides e ciclo de vida (Campos et al., 2008). Temperaturas acima de 30°C e inferiores a 15°C são restritivas ao desenvolvimento de *M. enterolobii*, assim como, temperaturas superiores a 30°C e inferiores a 25°C são restritivas ao desenvolvimento de *Rotylenchulus* sp. (Vrain e Barker, 1978; Heald e Inserra, 1988). Por sua vez, a presença de umidade, seja no solo ou na planta, é essencial para o desenvolvimento de fitonematoides, pois os mesmos são microrganismos aquáticos, necessitando da água não apenas para a sobrevivência, mas também, para sua disseminação (Dutra e Campos, 2003). Em situações com excesso de água no solo, a redução da difusão de oxigênio e o aumento da concentração de gás carbônico são os principais fatores que influenciam a população de fitonematoides. Já em situações de escassez de água no solo, a desidratação dos fitonematoides é o principal fator que

influencia a população (Rebois, 1973a e 1973b; Gantait et al., 2006). Com base nos resultados obtidos no presente estudo, verificou-se a existência da influência das variáveis ambientais sobre a intensidade populacional de ambas as espécies de fitonematoides, seja em solo ou raiz.

Quando ocorre aumento das variáveis meteorológicas, e as condições estão favoráveis ao desenvolvimento de *M. enterolobii*, ocorre a eclosão dos ovos, seja dentro ou fora das raízes de goiabeira. Ao eclodirem os ovos, são liberados os juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii*, que são sua fase infectiva, e estes são estimulados à irem em direção às raízes das plantas por meio de secreções liberadas pelas raízes (Taylor e Sasser, 1998; Curtis et al., 2009). Dessa forma, quando isto acontece, ocorre um aumento da população de J2 nas raízes e uma redução de J2 de *M. enterolobii* no solo, pois estes estão migrando para as raízes para iniciarem a infecção da planta. Nesse mesmo sentido, quando ocorrem condições favoráveis, os ovos que estão dentro das raízes eclodem, promovendo aumento de J2 e redução de ovos de *M. enterolobii* nas raízes, pois, estes estão eclodindo e liberando os juvenis de segundo estágio.

Para *Rotylenchulus* sp., a influência das variáveis meteorológicas sobre a intensidade populacional obteve comportamento diferente em relação a *M. enterolobii*, pois os ciclos e fases infectivas são diferentes entre estas duas espécies. *Rotylenchulus* sp. é um fitonematoide semi-endoparasita, ficando com parte do seu corpo no lado exterior das raízes, dessa forma, a postura dos seus ovos é realizada no solo (Robinson et al., 1997). Quando ocorrem condições meteorológicas favoráveis, aumento de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, ocorre a eclosão dos ovos no solo e os juvenis de segundo estágio são liberados, no entanto, para infectar as raízes das plantas, esta espécie necessita passar por todas as ecdises até se transformar em uma fêmea adulta. Até isto acontecer, estes nematoides ficam no solo. Dessa forma, com o aumento das variáveis meteorológicas, ocorre aumento da população deste nematoide no solo, pois os ovos estão eclodindo, e redução da população nas raízes, pois é necessário tempo para que as fêmeas adultas migrem para as raízes. As correlações obtidas neste estudo, corroboram com os resultados obtidos por Rebois (1973a e 1973b) e Gantait et al. (2006), nos quais os autores também verificaram a ocorrência de correlações significativas positivas entre a população de *Rotylenchulus* sp. no solo e a temperatura e umidade do solo.

O conhecimento das variáveis meteorológicas que influenciam o ciclo e a sobrevivência dos fitonematoides é de fundamental importância para o manejo dos mesmos em campo, pois, na presença do patógeno, a doença só irá ocorrer caso exista um hospedeiro suscetível e condições ambientais favoráveis. Dessa forma, o conhecimento desta relação constituiu uma potencial ferramenta para a escolha da área de plantio, tratamentos culturais e tomadas de decisão após a implantação da cultura. Além disso, é importante salientar que outros fatores também podem influenciar a população de fitonematoides em campo, como as características físicas e químicas do solo e o relevo da área. Dessa forma, antes da implantação de qualquer manejo é importante considerar todos estes fatores.

3.2. INTENSIDADE POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES E EFICIENCIA RELATIVA DE CONTROLE (%)

3.2.1. Intensidade populacional de fitonematoides

Na propriedade 1, a aplicação dos tratamentos no solo afetou significativamente a intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne enterolobii*,

em raiz e solo, assim como a quantidade de ovos durante todo o período de avaliação (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito dos tratamentos no solo sobre a intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne enterolobii* em raízes e solo, e ovos em raízes durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos em pomar de goiabeira.

Intensidade populacional (Nº de J2/ 10 g de raiz)								
Tratamento	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	1.250 a	2.076 a	3.100 a	708 a	825 a	850 a	1.400 a	1.100 a
TRI	354 b	720 b	2.697 b	1.159 b	1.944 a	820 a	2.150 b	300 b
EG	1.300 a	2.036 c	2.441 c	617 a	1.900 a	836 a	1.100 a	748 c
NI	417 b	730 b	1.300 d	174 c	9 b	167 b	3 c	289 b
TRIEG	1.259 a	715 b	2.100 e	892 d	8 b	650 c	648 d	830 c
NI EG	317 b	700 b	1.240 f	333 e	195 c	596 c	300 e	675 c
NITRI	359 b	704 b	2.900 b	233 e	1.159 a	610 c	259 e	500 d
NITRIEG	350 b	707 b	2.400 c	124 c	15 d	450 d	501 d	519 d
<i>p-value</i>	0.0000	0.00014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Intensidade populacional (Nº de J2/ 100 g de solo)								
Tratamento	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	49 a	92 a	5 a	5 a	10 a	70 a	37 a	52 a
TRI	108.b	277 b	9 a	80 b	7 a	91 b	149 b	24 b
EG	366 c	27 c	6 a	247 c	5 b	60 c	95 c	31 c
NI	11 d	7 d	1 a	50 d	10 a	60 c	10 d	28 c
TRIEG	66. e	0 e	6 a	200 e	8 a	42 d	31 a	62 d
NI EG	55 f	0 e	5 a	746 f	11 a	18 e	16 d	32 c
NITRI	62 g	0 e	6 a	185 g	2 b	38 d	30 a	27 c
NITRIEG	27 h	67 f	1 a	672 h	10 a	16 e	86 e	43 e
<i>p-value</i>	0.0000	0.00000	0.18154	0.0000	0.00410	0.0000	0.0000	0.0000

Intensidade populacional (Nº de ovos/ 10 g de raiz)								
Tratamento	0 DAA1	30DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	10 a	55 a	71 a	51 a	9 a	25 a	20 a	20 a
TRI	32 b	27 b	112 b	13 b	115 b	14 b	8 b	9 b
EG	8 a	82 c	39 c	14 b	76 c	15 b	2 c	2 c
NI	11 a	0 d	27 d	18 c	0 d	7 c	7 b	9 b
TRIEG	26 c	13 e	129 e	25 d	9 a	36 d	18 a	19 a
NI EG	27 c	0 d	28 d	17 c	275 e	29 a	8 b	10 b
NITRI	32 b	5 f	25 d	6 e	38 f	41 d	60 d	61 c
NITRIEG	9 a	6 f	41 c	19 c	258 g	22 e	22 a	22 a
<i>p-value</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p < 0,05$ de significância estatística.

Houve flutuação populacional em todos os tratamentos ao longo de todo o período de avaliação. Os menores valores de intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii* em raízes e solo e ovos de *M. enterolobii* em raízes, foram obtidos para o tratamento NI, o qual apresentou as menores médias de intensidade populacional em 75% das avaliações realizadas. A menor intensidade populacional (3 nematoides.10 gramas de raiz⁻¹) foi obtida para o tratamento NI, aos 60 dias após a

segunda aplicação dos tratamentos, para a variável intensidade populacional de juvenis de segundo estágio (J2) em raízes. Plantas tratadas apenas com o fertilizante (EG) obtiveram intensidade populacional estatisticamente igual ou maior em relação ao tratamento controle em 75% das avaliações (Tabela 5).

A população de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii* no solo reduziu significativamente aos 30 DAA1, para os tratamentos EG, NI, TRIEG, NITRI e NITRIEG. Aos 60 DAA1 houve pequeno aumento da população para estes tratamentos e redução para os tratamentos controle (CTRL), TRI, NI e NITRIEG, no entanto, não houveram diferenças significativas para nenhum tratamento em relação ao tratamento controle (testemunha). Em contraste, aos 90 DAA1, houve aumento significativo da população de J2 no solo para todos os tratamentos, em relação ao tratamento controle. Após a segunda aplicação dos tratamentos, as principais reduções populacionais ocorreram para os tratamentos NI, NIEG e NITRIEG aos 30 DAA2, NI e NIEG aos 60 DAA2, e EG, NI, NIEG e NITRI aos 90 DAA2, neste último caso, não diferindo estatisticamente entre elas (Tabela 5)

Em relação à intensidade populacional de ovos de *M. enterolobii* em raízes de goiabeira, os tratamentos NI, EG, TRI e NIEG promoveram reduções significativas na quantidade de ovos em 84% das avaliações realizadas. Durante o período da primeira aplicação dos tratamentos (0 a 90 DAA1), a quantidade de ovos de *M. enterolobii* nas raízes de goiabeira foram significativamente menores, em relação ao tratamento controle, para todos os tratamentos contendo o nematicida sintético Nimitz. Neste mesmo período, os tratamentos TRI, TRIEG e EG também proporcionaram reduções populacionais significativas na quantidade de ovos, em relação ao tratamento controle, em ao menos duas datas de avaliação. Em contraste, a partir da segunda aplicação dos tratamentos (0 DAA2), apenas os tratamentos NI, TRI e EG proporcionaram reduções significativas na população de ovos, em relação ao tratamento controle, em todas as datas avaliativas.

Na Propriedade 2, a aplicação dos tratamentos no solo também afetou significativamente a intensidade populacional de fêmeas jovens de *Rotylenchulus* sp., na raiz e no solo (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito dos tratamentos no solo sobre a intensidade populacional de fêmeas jovens de *Rotylenchulus* sp. em raízes e solo durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos em pomar de goiabeira.

Intensidade populacional (Número de fêmeas adultas/10 g de raiz)								
Tratamento	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	1.230 a	900 a	600 a	682 a	430 a	1.100 a	875 a	700 a
TRI	1.580 b	515 b	133 b	944 b	310 b	1.003 b	700 b	1.050 b
EG	650 c	698 c	430 c	359 c	900 c	1.800 c	676 b	973 c
NI	579 d	1.100 d	44 d	55 d	300 b	455 d	86 c	277 d
TRIEG	2.100 e	213 e	160 b	356 c	859 c	1.180 a	556 d	978 b
NIEG	1.670 f	921 a	189 e	119 e	351 d	1.010 b	287 e	200 e
NITRI	2.233 e	210 e	178 e	255 f	210 e	598 e	500 d	189 e
NITRIEG	836 d	8 f	65 f	78 d	128 f	490 d	98 c	210 e
<i>p-value</i>	0.0000	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Intensidade populacional (Número de fitonematoides/100 g de solo)								
Tratamento	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	161 a	292 a	301 a	39 a	10 a	220 a	92 a	332 a
TRI	395 b	175 b	113 b	28 b	6 a	400 b	99 b	39 b
EG	16 c	72 c	103 c	44 a	6 a	313 c	52 c	392 c
NI	172 d	38 d	151 d	5 c	8 a	331 d	21 d	130 d
TRIEG	54 e	167 e	177 e	42 a	7 a	303 e	43 e	175 e
NIEG	30 f	77 c	95 f	9 c	11 a	332 d	39 e	39 b
NITRI	47 g	92 f	32 g	20 d	8 a	88 f	39 e	250 g
NITRIEG	101 h	20 g	113 b	12 c	8 a	84 f	89 a	22 h
<i>p-value</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.40153	0.0000	0.0000	0.0000

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p < 0,05$ de significância estatística.

As maiores reduções populacionais de *Rotylenchulus* sp. na raiz, foram obtidas para os tratamentos NITRIEG e NI, respectivamente, seguidos dos tratamentos NIEG e NITRI (Tabela 6). As reduções proporcionadas por NIEG e NITRI foram inferiores às proporcionadas pelos tratamentos NITRIEG e NI, no entanto, foram significativas em relação ao tratamento controle. A menor intensidade populacional (8 fêmeas adultas. 10 gramas de raiz⁻¹) foi obtida aos 30 DAA1, com a aplicação do tratamento NITRIEG (Tabela 6). Os tratamentos TRI, EG e TRIEG proporcionaram reduções significativas em relação ao tratamento controle em pelo menos 66% das avaliações realizadas, no entanto, estas reduções também foram inferiores às proporcionadas pelos tratamentos NITRIEG e NI.

Houve redução populacional significativa de *Rotylenchulus* sp. no solo para a aplicação de todos os tratamentos com nematicidas em ao menos 4 avaliações realizadas (Tabela 4). As maiores reduções significativas foram observadas para todos os tratamentos com a presença do nematicida sintético Nimitz®, em pelo menos 84% das avaliações realizadas. Os menores valores de intensidade populacional foram obtidos para os tratamentos NI e NIEG, aos 90 DAA1. As populações iniciais dos tratamentos NIEG e NITRI eram baixas em relação aos demais tratamentos, no entanto, a aplicação dos tratamentos não permitiu o aumento significativo das populações em 84% das avaliações realizadas. Este mesmo padrão ocorreu com a aplicação dos tratamentos EG e TRIEG, os quais também possuíam populações iniciais inferiores aos demais, no entanto, a redução significativa em relação ao tratamento controle foi observada apenas em 66% das

avaliações realizadas, sendo também inferiores às obtidas com a aplicação dos tratamentos contendo o nematicida sintético Nimitz®.

Aos 90 DAA1 e aos 0 e 60 DAA2 ocorreram reduções na população de *Rotylenchulus* sp. no solo para todos os tratamentos estudados, incluindo o tratamento controle. Além disso, não foi observada a presença de ovos de *Rotylenchulus* sp. em raízes de goiabeira para nenhum tratamento e nenhuma data de avaliação.

As reduções populacionais de fitonematoides no solo, observada para *M. enterolobii* nos meses de julho (60 DAA1) e setembro (0 DAA2), e para *Rotylenchulus* sp. nos meses de agosto (90 DAA1), setembro (0 DAA2) e novembro (60 DAA2), em todos os tratamentos, sugerem que estas reduções possam ser resultantes das condições meteorológicas adversas observadas neste período, pois, não houveram alterações no manejo empregado nas propriedades.

Durante estes meses, com exceção do mês de novembro, houveram escassas precipitações, resultando em perda da umidade do solo e, temperaturas mínimas abaixo de 15°C. Considerando que os plantios não foram irrigados neste período, a falta de precipitação, associada à temperaturas mínimas abaixo de 15°C podem ter promovido a redução populacional no solo, observada para ambas as espécies, neste período. No solo, os fitonematoides são protegidos pela umidade, mas estão sujeitos à desidratação mais rápida enquanto o solo perde umidade, seja por aumento de temperatura, falta de precipitação ou por manejo (Christe, 1959). Asmus e Ishima (2009) sugerem que, caso não exista limitações em relação à planta hospedeira, a umidade do solo é o principal fator limitante ao desenvolvimento de fitonematoides, principalmente *Rotylenchulus* sp.. Apesar das diferenças fisiológicas e morfológicas entre *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp., fitonematoides são organismos aquáticos, necessitando de umidade no solo para sua sobrevivência.

No mês de novembro, a população de *Rotylenchulus* sp. no solo reduziu em todos os tratamentos estudados, no entanto, este fato pode não estar associado à falta de umidade no solo, pois, neste período ocorreram maiores volumes e frequência de precipitação. Durante este mês, foram registradas temperaturas superiores aos 36°C, entretanto, sabe-se que temperaturas abaixo de 25 °C ou superiores a 30°C podem ser restritivas à intensidade populacional desta espécie, sugerindo que, na presença de umidade no solo, a temperatura possa ser a principal variável meteorológica envolvida na redução da população. De acordo com Heald e Inserra (1988), solos secos e/ou temperaturas abaixo de 25°C e superiores a 30°C promovem morte, e conseqüentemente redução, da população deste nematoide em solo. Rebois (1973), sugere que a melhor faixa de temperatura para a penetração, reprodução e sobrevivência de *Rotylenchulus* sp. no solo ocorre em temperaturas entre 25 e 29°C. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo realizado por Asmus e Ishimi (2009), nos quais, temperaturas próximas aos abaixo dos 15°C e superiores a 36°C provocaram a morte de *Rotylenchulus reniformis*..

Este aumento da temperatura também pode estar associado à redução populacional observada durante ao mês de setembro, para ambas as espécies, pois as temperaturas ultrapassaram os 35°C. Após estas condições desfavoráveis, houve aumento na população de fitonematoides no solo, de ambas as espécies. Dessa forma, devido ao curto período de duração destas condições, é possível que os fitonematoides tenham permanecido em estágio embrionário dentro dos ovos no solo, desenvolvendo-se lentamente até encontrarem condições favoráveis à eclosão (Starr, 1993; Campos et al., 2001).

Dutra e Campos (2003) e Dutra et al. (2006), também obtiveram redução da intensidade populacional de *M. javanica* em feijoeiro e *M. incognita* em quiabeiro e alface, respectivamente, resultante da ação da temperatura, por meio do revolvimento do solo e, da umidade do solo, por meio do manejo de irrigação. De acordo com os autores, o revolvimento do solo promoveu exposição dos fitonematoides à temperaturas mais elevadas e, quanto maior o tempo de exposição à estas temperaturas, menor a população e a capacidade de infecção dos juvenis de segundo estágio, mesmo na presença de água no solo.

3.2.2. Eficiência Relativa dos métodos de controle

Em relação à porcentagem da Eficiência Relativa (ER) de controle, para *M. enterolobii*, na Propriedade 1, os tratamentos TRI, NI, TRIEG, NIEG, NITRI e NITRIEG apresentaram acima de 80% de eficiência no controle de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. enterolobii* em raízes de goiabeira, aos 30 dias após a primeira aplicação dos tratamentos (30 DAA1). Os tratamentos TRIEG, NIEG, NITRI e NITRIEG obtiveram Eficiência Relativa superior à 90% nesse mesmo período (Tabela 7).

Tabela 7. Eficiência Relativa (%) de nematicidas sobre juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidoyne enterolobii* em raízes de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Claudio, ES.

Tratamento	Eficiência Relativa (%)						
	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
TRI	88.76	36.7	-49.45	-160.20	-2.06	-63.91	69.84
EG	-71.48	66.0	20.41	-55.92	-7.94	21.81	33.40
NI	84.88	80.45	77.45	96.77	76.22	99.01	74.17
TRI + EG	92.23	73.43	-15.06	97.87	22.76	54.54	30.12
NI + EG	98.28	88.28	57.0	74.19	26.54	72.08	38.94
NI + TRI	96.10	39.44	69.90	-36.55	20.67	80.36	50.56
NI + TRI + EG	96.10	64.82	83.90	95.7	41.07	61.5	44.54

Aos 30 DAA2, apenas o tratamento NI manteve Eficiência Relativa acima de 75%, semelhante ao observado aos 90 DAA1. Aos 60 DAA2, houve aumento na Eficiência Relativa para a maioria dos tratamentos em relação aos 30 DAA2, com exceção do tratamento TRI. Nesse mesmo período, o tratamento NI obteve 99,01% de eficiência relativa de controle de *M. enterolobii*.

Aos 90 DAA1, apenas os tratamentos NI e NITRIEG proporcionaram Eficiência Relativa de controle acima de 75%. Em contraste, aos 90 DAA2, apenas o tratamento NI obteve eficiência relativa acima de 70%, uma redução de 25% em relação aos 60 DAA2.

Ao longo de todo o período de avaliação, o tratamento NI destacou-se em relação aos demais, mantendo a Eficiência Relativa de controle de *M. enterolobii* acima de 74% e atingindo 99,01% aos 60 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. Os tratamentos TRI e EG isolados, não foram eficientes no controle de *M. enterolobii* em 57% e 43% das avaliações realizadas, respectivamente. No entanto, a utilização combinada dos dois produtos foi mais eficiente no controle em relação ao uso isolado dos mesmos.

Na Propriedade 2, a Eficiências Relativa dos tratamentos NITRIEG, TRIEG e NITRI para o manejo de *Rotylenchulus* sp., foram respectivamente 99,03%, 75% e 74%, aos 30 DAA1 (Tabela 8).

Tabela 8. Eficiência Relativa (%) de nematicidas sobre fêmeas jovens de *Rotylenchulus* sp. em raízes de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Claudio, ES.

Tratamento	Eficiência Relativa (%)						
	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
TRI	41.86	76.03	-36.15	27.97	10.94	21.03	-46.58
EG	23.20	29.33	44.54	-112.0	-49.98	21.04	52.58
NI	-30.02	92.98	91.57	29.95	59.14	88.58	64.72
TRI + EG	75.33	74.64	46.96	-106.6	-1.44	34.12	-24.67
NI + EG	-0.14	68.97	80.69	17.94	10.17	70.62	74.12
NI + TRI	74.76	69.01	63.88	49.93	46.72	41.61	76.85
NI + TRI + EG	99.03	90.19	90.38	69.98	21.89	88.57	69.04

Aos 60 e 90 DAA1, os tratamentos NI e NITRIEG tiveram Eficiência Relativa de controle acima de 90%. No entanto, a partir da segunda aplicação dos tratamentos (0DAA2), houve redução da Eficiência Relativa de controle dos mesmos, finalizando com 64,72% (NI) e 69,04% (NITRIEG) aos 90 DAA2. Aos 90 DAA2, os tratamentos TRI, EG e TRIEG obtiveram eficiência relativa abaixo dos 52%.

A Eficiência Relativa com a utilização do nematicida Nimitz, isolado ou em associação, também foi relatada anteriormente para outras espécies do gênero *Meloidogyne*. Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, também foram obtidos para *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira (Alves, 2016), *Meloidogyne javanica* em tomateiro (Castillo et al., 2017), *Meloidogyne incognita* em pessegueiro (Shirley et al., 2019) e *Meloidogyne javanica* (Oka e Saroya, 2019) e *Meloidogyne hapla* em morangueiro (Watson e Desaeger, 2019).

O princípio ativo do nematicida Nimitz, o Fluensulfone, interfere na reprodução, desenvolvimento, alimentação e motilidade dos fitonematoides, além de interferir e ter mortalidade comprovada no desenvolvimento e motilidade de juvenis, adultos e ovos (Kearn et al., 2014). Este fato está de acordo com o evidenciado neste estudo, no qual, a utilização do nematicida, sozinho ou em associação, promoveu eficiência relativa de até 99,03% para ambas as espécies de fitonematoides e reduções significativas nas populações de ovos e fitonematoides em raiz e solo.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, verificou-se que o nematicida Fluensulfone é compatível com a aplicação de outros produtos, incluindo agentes de controle biológico, como *Trichoderma harzianum* (NITRI), e constituem potenciais ferramentas para o manejo integrado de fitonematoides, confirmando assim, a baixa toxicidade do Fluensulfone a organismos não-alvo, relatada por Kearn et al. (2014). Em concordância com os resultados obtidos, Alves (2016) também relatou a não toxicidade do Fluensulfone, na dose de 2,0 L.ha⁻¹, sobre isolados de *Trichoderma harzianum* em condições laboratoriais e de campo, confirmando a possibilidade de associação entre os dois agentes para o controle de fitonematoides. No entanto, doses iguais ou superiores a 4,0 L.ha⁻¹ inibiram o desenvolvimento *in vitro* do agente de controle biológico.

A utilização isolada do nematicida biológico *Trichoderma* e do fertilizante ExpertGrow® não foram eficientes no controle de *M. enterolobii*, no entanto, a combinação entre os dois promoveu maior eficiência de controle de *M. enterolobii*. De acordo com o fabricante, o fertilizante ExpertGrow® possui como princípio ativo o extrato de algas marinhas do gênero *Ascophyllum*, atuando no metabolismo secundário das plantas e na expressão de proteínas de resistência e crescimento. Nesse contexto, o

fertilizante pode ter atuado como um condicionador de solo, favorecendo a perpetuação de microrganismos antagonistas aos fitonematoides, como o *Trichoderma harzianum*, princípio ativo do nematicida biológico Trichodermil®, e contribuindo para a maior eficiência relativa de controle do tratamento.

Em contraste, a utilização de ExpertGrow® e Trichodermil®, isolados ou em associação, não foram eficientes no controle de *Rotylenchulus* sp.. Resultados semelhantes foram obtidos por Sreenivasan e Rajeshwari (2007), onde, a aplicação de *Trichoderma* spp. demonstrou Eficiência Relativa de controle de *Rotylenchulus* sp. inferior aos demais tratamentos com agentes biológicos. Dessa forma, possa ser que haja alguma incompatibilidade entre o mecanismo de ação de *T. harzianum* e *Rotylenchulus* sp. ou necessidade de ajuste de dose para este patossistema, visto que, as condições de aplicação e associação com o fertilizante ExpertGrow foram as mesmas para *M. enterolobii*.

3.3. VIGOR, PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE DOS MÉTODOS DE CONTROLE

3.3.1. Vigor

Com base nos valores obtidos do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), foi possível obter os valores de vigor mensal das plantas em estudo, resultante do contraste entre as porções absorvidas e refletidas entre as faixas do vermelho e infravermelho próximo. Os valores de NDVI podem variar de -1 a 1, dessa forma, plantas que apresentaram valores de NDVI mais próximos de 1, apresentaram maior vigor.

Na propriedade 1, o vigor das plantas foi significativamente afetado aos 60 e 90 dias após a primeira aplicação dos tratamentos (60 e 90 DAA1) e aos 90 dias após a segunda aplicação dos tratamentos (90 DAA2), em decorrência da aplicação dos tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito de nematicidas sobre o vigor (valores de NDVI) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Cláudio, ES.

Tratamento	Vigor da Planta (Valores de NDVI)							
	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	0.6491 a	0.6725 a	0.6900 a	0.6666 a	0.6391 a	0.6641 a	0.7533 a	0.7158 a
TRI	0.6616 a	0.6558 a	0.7250 b	0.6666 a	0.6908 a	0.6633 a	0.7466 a	0.7300 a
EG	0.6575 a	0.6566 a	0.7358 b	0.7091 b	0.7325 b	0.7050 a	0.7808 a	0.7708 b
NI	0.6991 a	0.6766 a	0.7608 c	0.7133 b	0.7416 b	0.6925 a	0.7666 a	0.7950 b
TRI + EG	0.6716 a	0.6708 a	0.7191 b	0.6716 a	0.7008 a	0.6766 a	0.7850 a	0.7733 b
NI + EG	0.7041 a	0.6900 a	0.7508 c	0.7333 b	0.7625 b	0.7083 a	0.7925 a	0.8150 b
NI + TRI	0.6916 a	0.6816 a	0.7650 c	0.7116 b	0.7608 b	0.6950 a	0.7866 a	0.7683 b
NI + TRI + EG	0.6541 a	0.6791 a	0.7233 b	0.7150 b	0.76 b	0.6808 a	0.7900 a	0.785 b
<i>p-value</i>	0.44691	0.3743	2.3386e-08	0.0034	0.0017	0.0953	0.4284	0.00002

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p < 0,05$ de significância estatística.

Aos 60 DAA1, os maiores valores de NDVI foram obtidos para os tratamentos NI, NIEG e NITRI, não diferindo estatisticamente entre si e, aos 90 DAA1, os tratamentos EG, NI, NIEG, NITRI e NITRIEG obtiveram valores de NDVI estatisticamente iguais entre si e diferentes do tratamento controle. Neste mesmo período, apenas os tratamentos

TRI e TRIEG foram semelhantes ao tratamento controle. O maior valor de NDVI observado foi de 0.8150, aos 90 dias após a segunda aplicação dos tratamentos (DAA2), para o tratamento NIEG, no entanto, não houve diferença estatística significativa em relação aos demais tratamentos, com exceção do tratamento controle e do tratamento TRI (Tabela 9).

Na propriedade 2, o vigor das plantas foi significativamente afetado aos 30 dias após a primeira (30 DAA1) e segunda (30 DAA2) aplicação dos tratamentos, em decorrência da aplicação dos tratamentos (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito de nematicidas sobre o vigor (valores de NDVI) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Cláudio, ES.

Tratamento	Vigor da Planta (Valores de NDVI)							
	0 DAA1	30 DAA1	60 DAA1	90 DAA1	0 DAA2	30 DAA2	60 DAA2	90 DAA2
CTRL	0.7641 a	0.7358 a	0.8200 a	0.8300 a	0.7325 a	0.7966 a	0.7850 a	0.7766 a
TRI	0.7683 a	0.7425 a	0.8100 a	0.8266 a	0.7275 a	0.7833 a	0.7791 a	0.7716 a
EG	0.8225 b	0.7783 b	0.8150 a	0.7841 a	0.6075 a	0.7450 b	0.7758 a	0.7750 a
NI	0.7825 b	0.7983 b	0.8208 a	0.8058 a	0.7083 a	0.7833 a	0.8000 a	0.8191 a
TRI + EG	0.7900 b	0.7708 b	0.8141 a	0.8083 a	0.6725 a	0.7608 a	0.7808 a	0.7816 a
NI + EG	0.7908 b	0.7975 b	0.8175 a	0.7999 a	0.6708 a	0.7683 a	0.7916 a	0.8091 a
NI + TRI	0.7975 b	0.8053 b	0.8191 a	0.7983 a	0.6866 a	0.7058 b	0.7641 a	0.7741 a
NI + TRI + EG	0.7491 a	0.7975 b	0.8041 a	0.7777 a	0.7433 a	0.7600 a	0.7858 a	0.8025 a
<i>p-value</i>	0.0024	0.0002	0.4864	0.0810	0.0819	0.0053	0.8491	0.00002

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p > 0,05$ de significância estatística.

Aos 30 DAA1, com exceção do tratamento TRI, houve diferença estatística significativa entre o vigor das plantas do tratamento controle e o vigor das plantas dos demais tratamentos, sendo estes maiores em relação ao tratamento controle. Aos 30 DAA2, apenas os tratamentos EG e NITRI diferiram significativamente em relação aos demais tratamentos, no entanto, os valores de NDVI obtidos foram inferiores ao tratamento controle e aos demais (Tabela 10).

Houve aumento no vigor das plantas de ambas propriedades, decorrente da aplicação dos tratamentos. No entanto, a propriedade 1 obteve valores significativos de vigor, em relação ao tratamento controle, em pelo menos 25% a mais das datas avaliadas, em relação a propriedade 2. É importante salientar que, o manejo de poda utilizado nas duas propriedades são diferentes. O manejo de poda contínua utilizada na propriedade 2, pode ter influenciado os resultados obtidos, pois a poda contínua pode esgotar a planta mais facilmente do que a poda drástica, uma vez que, as plantas não possuem um período de repouso após a safra, recompondo mais lentamente as reservas despendidas com as brotações e frutificações contínuas (Embrapa, 2010). Nesse sentido, é possível que a mensuração do vigor para o sistema de poda contínua seja subjetivo.

Aumentos no vigor das plantas de tomateiro também foram obtidos por Desaegeer e Watson (2019) com a utilização do nematicida Nimitz, isolado ou em associação com outros nematicidas químicos sintéticos.

3.3.2. Produtividade

Os maiores valores de produtividade, para a propriedade 1, foram os tratamentos EG (9.076,66 Kg.ha⁻¹) e NITRIEG (8.356,66 Kg.ha⁻¹), não diferindo estatisticamente entre si. Todos os tratamentos, com exceção do tratamento TRI, promoveram ganhos significativos de produtividade em relação ao tratamento controle (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito de nematicidas sobre a produtividade (Kg.ha⁻¹) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 1. Afonso Cláudio, ES.

Tratamento	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
EG	9.076,66 a
NITRIEG	8.356,66 a
TRIEG	7.759,99 b
NI	7.330,00 b
TRI	5.350,00 c
CRTL	5.216,66 c
NIEG	4.020,00 d
NITRI	3.780,00 d
<i>p-value</i>	0.000001

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p > 0,05$ de significância estatística.

Os menores valores de produtividade foram obtidos para a aplicação de Nimitz + ExpertGrow (NIEG) e Nimitz + Trichodermil (NITRI). A aplicação de Trichodermil (TRI) promoveu ganhos de produtividade estatisticamente iguais ao tratamento controle (Tabela 11).

Para a propriedade 2, maior valor de produtividade foi observado para a aplicação do tratamento EG (73.333,33 Kg.ha⁻¹), diferindo significativamente do tratamento controle e dos demais tratamentos (Tabela 12). Em contraste, não houve diferença significativa entre a produtividade obtida no tratamento controle e a produtividade do tratamento TRI (55.000,00 Kg.ha⁻¹). Os tratamentos NI, TRIEG, NIEG e NITRI, proporcionaram produtividades estatisticamente iguais entre si e significativas em relação ao tratamento controle.

Tabela 12. Efeito de nematicidas sobre a produtividade (Kg.ha⁻¹) das plantas de goiabeira, durante 90 dias após a primeira (DAA1) e segunda (DAA2) aplicação dos tratamentos. Propriedade 2. Afonso Cláudio, ES.

Tratamento	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
EG	73.333,22 a
TRIEG	67.333,00 b
NITRI	66.677,00 b
NIEG	66.000,00 b
NI	65.334,00 b
NITRIEG	62.333,33 b
TRI	55.000,00 c
CTRL	50.000,00 c
<i>p-value</i>	0.0007

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível $p < 0,05$ de significância estatística.

A produtividade da goiabeira é influenciada por diversos fatores, como espaçamento, poda, clima, cultivar, solo e tratos culturais. De forma geral, a média esperada para um pomar saudável de goiabeira no Brasil, varia de 20.000 a 50.000 quilos por hectare, com produção de 70 a 200 quilos por planta (IAC, 1998). No entanto, a produtividade obtida na propriedade 1, está ao menos 82% abaixo da média esperada. Esta baixa produtividade obtida, em todos os tratamentos, é decorrente do avançado estágio de infecção por *M. enterolobii* e *Fusarium* sp., resultando em escasso número de raízes, reduzido número de folhas e, conseqüentemente, baixa produtividade.

Para ambas as propriedades, houve maior aumento da produtividade com a utilização do fertilizante ExpertGrow®, que possui como ingrediente ativo *Ascophyllum nodosum* + hidróxido de potássio. De acordo com o fabricante, este fertilizante aumenta a resistência da planta à estresses, promove aumentos na fotossíntese, respiração e no metabolismo energético, além de promover melhorias na florada das plantas. A sua utilização contribui para aumento do vigor da florada das plantas e para a formação dos frutos. Este fato está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, no qual, houve maior produtividade das plantas com a aplicação de ExpertGrow®.

É importante salientar que o manejo da nutrição mineral da planta é uma excelente ferramenta para a contribuição para o manejo de doenças, no entanto, esta ferramenta sozinha pode não ser o suficiente para controlar a doença (Zambolim, 2012). Dessa forma, a integração do fertilizante ExpertGrow® com outras práticas de manejo, como a utilização do nematicida Nimitz® e/ou com o nematicida biológico Trichodermil®, intercalados ou associados, constitui de uma potencial ferramenta para o controle de fitonematoides e aumento da produtividade na cultura da goiabeira.

3.3.3. Viabilidade econômica dos métodos de controle

Com base na tabela 13, observa-se que para o controle de *M. enterolobii*, todos os tratamentos proporcionaram ganhos líquidos (GL) positivos.

Tabela 13. Viabilidade econômica dos tratamentos, ganho de produtividade e ganho líquido no controle de *Meloidogyne enterolobii* por hectare, em pomares de goiabeira. Propriedade 1. Afonso Claudio-ES, 2019.

Tratamento	Dosagem (L.ha ⁻¹)	CA* (L.ha ⁻¹)	CP* (L.ha ⁻¹)	CC* (L.ha ⁻¹)	CT** (L.ha ⁻¹)	GP* (R\$.ha ⁻¹)	GL* (R\$.ha ⁻¹)	GL (%)
CTRL	-	-	-	-	-	10.433,32	10.433,32	-
TRI	2,0	215,00	240,00	455,00	910,00	10.700,00	9.790,00	-
EG	0,5	215,00	55,00	270,00	540,00	18.153,32	17.613,32	68
NI	2,0	215,00	1.600,00	1.815,00	3.630,00	14.660,00	11.030,00	5,7
TRIEG	2,0 + 0,5	215,00	295,00	510,00	1.020,00	15.518,00	14.498,00	38,9
NIEG	2,0 + 0,5	215,00	1.655,00	1.870,00	3.740,00	8.040,00	4.300,00	-
NITRI	2,0 + 2,0	215,00	1.840,00	2.055,00	4.110,00	7.560,00	3.450,00	-
NITRIIEG	2,0 + 2,0 + 0,5	215,00	1.895,00	2.110,00	4.220,00	16.713,32	12.493,32	19,74

CA: custo de aplicação (equipamento + diária do aplicador); CP: custo dos produtos; CC: custo de controle; CT: custo total; GP: ganho de produtividade; GL: ganho líquido. *: 1 aplicação; **: 2 aplicações.

O tratamento EG proporcionou maior ganho de produtividade (GP) e ganho líquido (GL) em relação aos demais tratamentos, e conseqüentemente, maior ganho líquido. Nesse mesmo sentido, os tratamentos TRIEG e NITRIEG também proporcionaram ganhos líquidos positivos e superiores ao restante dos tratamentos. Os menores ganhos líquidos foram obtidos para os tratamentos NIEG e NITRI.

Para o controle de *Rotylenchulus* sp., o tratamento TRI proporcionou ganhos líquidos inferiores aos demais tratamentos, porém, positivos e superiores ao tratamento controle (Tabela 14). Considerando-se os mesmos valores de custos totais, o ganho líquido com o controle de *Rotylenchulus* sp. resultante da aplicação do nematicida Nimitz, isolado ou em associação, foi superior ao ganho líquido proporcionado pelo controle de *M. enterolobii*.

Tabela 14. Viabilidade econômica dos tratamentos, ganho de produtividade e ganho líquido no controle de *Rotylenchulus* sp. por hectare, em pomares de goiabeira. Afonso Claudio-ES, 2019.

Tratamento	Dosagem (L.ha ⁻¹)	CA* (L.ha ⁻¹)	CP* (L.ha ⁻¹)	CC* (L.ha ⁻¹)	CT** (R\$/ha)	GP* (R\$.ha ⁻¹)	GL* (R\$.ha ⁻¹)	GL (%)
CTRL	-	-	-	-	-	100.000,00	100.000,00	0
TRI	2,0	215,00	240,00	455,00	910,00	110.000,00	109.090,00	9,09
EG	0,5	215,00	55,00	270,00	540,00	146.666,66	146.126,66	46,12
NI	2,0	215,00	1.600,00	1.815,00	3.630,00	130.668,00	127.038,00	27,38
TRIEG	2,0 + 0,5	215,00	295,00	510,00	1.020,00	134.666,66	133.646,66	33,64
NIEG	2,0 + 0,5	215,00	1.655,00	1.870,00	3.740,00	132.000,00	128.260,00	28,26
NITRI	2,0 + 2,0	215,00	1.840,00	2.055,00	4.110,00	133.354,00	129.244,00	29,44
NITRIIEG	2,0 + 2,0 + 0,5	215,00	1.895,00	2.110,00	4.220,00	124.666,66	120.446,66	20,44

CA: custo de aplicação (equipamento + diária do aplicador); CP: custo dos produtos; CC: custo de controle; CT: custo total; GP: ganho de produtividade; GL: ganho líquido. *: 1 aplicação; **: 2 aplicações.

O tratamento EG proporcionou maior ganho líquido (R\$146.126,66) em relação aos demais tratamentos, seguido pelos tratamentos TRIEG (R\$133.646,66), NITRI (R\$129.244,00), NIEG (R\$ 128.260,00) e pelo tratamento NI (R\$127.038,00). O tratamento controle resultou em ganho líquido de R\$100.000,00.

O tratamento NITRIIEG proporcionou ganhos líquidos inferiores aos demais, com exceção dos tratamentos controle e TRI. Este ganho líquido inferior está relacionado aos maiores custos totais e menor ganho de produtividade em relação aos demais tratamentos.

A aplicação dos nematicidas químicos e biológicos avaliados no presente estudo apresentaram viabilidade econômica para o controle de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp. em campo. Em decorrência da baixa produtividade, devido à alta intensidade da epidemia da doença e pouca quantidade de raiz a propriedade 1, a viabilidade econômica dos métodos de controle pode estar subestimada, o que explica os valores obtidos para os tratamentos NIEG e NITRI para *M. enterolobii*.

O controle de doenças deve levar em consideração a intensidade da doença em campo, o tamanho da área de plantio, o método de aplicação, formulação dos produtos a serem utilizados, custos com a aplicação, entre outros (Moraes, 2013). O controle integrado de fitonematoides tem se tornado cada vez mais atraente, principalmente devido à rotação e/ou associação das práticas, permitindo a redução da dependência de nematicidas químicos sintéticos, que além de mais caros são mais tóxicos em relação a métodos biológicos.

A utilização de agentes de controle biológico é atrativa, principalmente devido à pouca toxicidade à humanos e ao meio ambiente. No entanto, a escolha do microrganismo, assim como o patossistema no qual ele será empregado, deve ser criterioso, garantindo que haja compatibilidade entre o agente de biocontrole e o patógeno-alvo, e viabilidade de controle. Além disso, é importante conhecer a intensidade populacional do patógeno na área na qual o agente de controle biológico será empregado e o potencial de competição do patógeno, em casos de alta intensidade populacional do patógeno, ou alta capacidade de competição, é possível que não haja perpetuação do agente de controle biológico (Stadinick e Bettiol, 2000).

Alves (2016) analisou o controle de *M. enterolobii* com o uso de fluensulfone, *Trichoderma harzianum* e *Pochonia chlamydosporia*, verificando menor população final de *M. enterolobii* com o uso de fluensulfone e *T. harzianum*. Desaegeer e Watson (2019) compararam a aplicação de fluensulfone com a aplicação de *Burkholderia rinojensis* contra *M. javanica* em tomateiro, concluindo que a aplicação de fluensulfone proporcionou reduções de 86% na população final de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* e maiores produtividades na cultura. Sreenivasan e Rajeshwari (2007) compararam a utilização de *Trichoderma* spp. com nematicidas químicos em *Rotylenchulus reniformis*. e verificaram que não houve eficiência de controle com o uso do agente de controle biológico.

A utilização de nematicidas químicos vêm sendo empregada há muitos anos na agricultura, no entanto, devido aos altos custos com o controle, deve-se ter conhecimento do Limiar de Dano Econômico (LDE) do patossistema e do estágio da epidemia, pois, caso este já tenha sido alcançado, é possível que o ganho líquido seja reduzido ou o controle seja inviável. A utilização do nematicida químico Nimitz é viável no controle *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp., permitindo a integração com outros métodos de controle, não atuando sobre organismos não-alvo, garantindo a sobrevivência de organismos benéficos e possíveis agentes de controle biológico existentes no solo, além de menor toxicidade ao aplicador, em relação aos organofosforados e carbamatos anteriormente utilizados.

É importante ressaltar que, os custos com o controle são dependentes do tamanho da área, método de aplicação, intensidade populacional do patógeno, condições fisiológicas das plantas, entre outros, sendo necessária avaliação prévia para o controle.

3.4. ASSOCIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE FITONEMATOIDES COM *Fusarium* sp. E SENSIBILIDADE DESTE FUNGO AO FLUENSULFONE

Após o crescimento do isolado de *Fusarium* sp. retirado de raízes de goiabeira, identificou-se morfologicamente o patógeno, a nível de gênero, confirmando-se a presença de *Fusarium* sp., não sendo possível a identificação a nível de espécie até a data desta defesa. Os isolados estão sendo preservados no Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas (LEMP), da Universidade Federal do Espírito Santo para estudos posteriores. O gênero foi identificado apenas em amostras obtidas da Propriedade 1, na qual, há a presença do nematoide-das-galhas, cujo agente etiológico é o *M. enterolobii*, verificando-se assim, a ocorrência do declínio da goiabeira, causado pela associação entre *Fusarium* sp. e *M. enterolobii*. Não houve a ocorrência de *Fusarium* sp. na Propriedade 2, associado ao *Rotylenchulus* sp. e nem ao *M. enterolobii*.

Quanto a sensibilidade de *Fusarium* sp. ao nematicida Fluensulfone (480 g.L⁻¹), este inibiu em 100% o crescimento do fungo nas placas contendo o nematicida, em sua dose recomendada (2,0 L.ha⁻¹), junto com o meio de cultura BDA (Figura 3). Em contraste, houve crescimento das colônias em placas contendo apenas o meio de cultura BDA (testemunha).

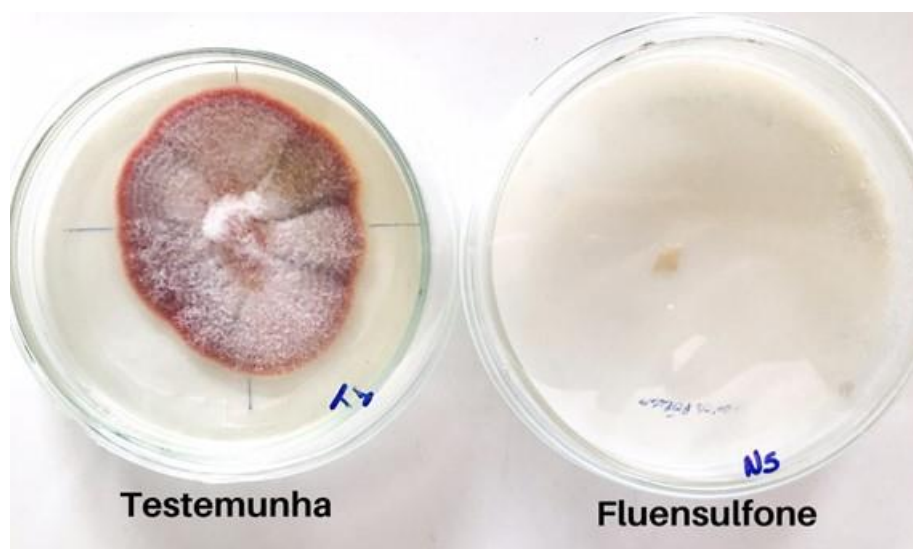


Figura 3. Efeito do nematicida Fluensulfone (480 g.L⁻¹), na dose de 2,0 L.ha⁻¹, sobre o crescimento micelial de *Fusarium* sp.

Não existem relatos na literatura sobre a sensibilidade de *Fusarium* sp. ao nematicida Fluensulfone. De acordo com Kearn et al. (2014), o princípio ativo não é tóxico a organismos não-alvo. Alves (2016) verificou a sensibilidade de *Trichoderma harzianum* e *Pochonia chlamydosporia* à atividade *in vitro* de Fluensulfone, concluindo que o princípio ativo não foi tóxico aos microrganismos na dosagem de 2,0 L.ha⁻¹, no entanto, na dosagem de 4,0 L.ha⁻¹, houve morte de ambas as espécies de fungos. Nesse sentido, é possível que Fluensulfone possua compostos tóxicos à *Fusarium* sp., e que doses iguais ou superiores à 2,0 L.ha⁻¹ sejam tóxicas, promovendo a morte do fungo. Além disso, é possível que devido à vedação das placas de Petri para a realização do estudo *in vitro*, as moléculas químicas de Fluensulfone ficaram superconcentradas na placa, promovendo a inibição do desenvolvimento de *Fusarium* sp. No entanto, estudos

posteriores são necessários para avaliar a ação fungistática e/ou fungitóxica, *in vitro* e *in situ*, do fluensulfone ao *Fusarium* sp.

4. CONCLUSÕES

O uso de nematicidas químico sintético Nimitz®, isolado ou em associação com o nematicida biológico Trichodermil® e/ou com o fertilizante ExpertGrow®, é eficiente no controle de *M. enterolobii* e *Rotylenchulus* sp. na cultura da goiabeira;

O uso de nematicidas químico e biológico, assim como sua associação, promoveram o aumento do vigor das plantas, maiores ganhos de produtividade, sendo o seu uso viável economicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, C. S. Eficiência de nematicidas biológicos e químicos no manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira. 2016. 51 f. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2016.
- Bonetti, J. I. S.; Ferraz, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- Castillo, G. X.; Ozores-Hampton, M.; Gine, P. A. N. Effects of fluensulfone combined with soil fumigation on root-knot nematodes and fruit yield of drip-irrigated fresh-market tomatoes. *Crop Protection*, v. 98, p. 166-171, 2017.
- Campos, H. D.; Campos, V. P.; Pozza, E. A. Efeito da temperatura na multiplicação celular, no desenvolvimento embrionário e na eclosão de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.1, p.29-33, 2008.
- Campos, V.P.; Campos, J.R.; Silva, L.H.C.P. e Dutra, M.R. Manejo de fitonematoides em hortaliças. In: Silva, L.H.C.P., Campos, J.R. & Nojosa, G.B.A. (Eds.) Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças. Lavras. Editora UFLA. 2001. p.125-158.
- Carneiro, R M. D. G.; Moreira, W. A.; Almeida, M. R. A.; Gomes, A. C. M. M. Primeiro relato de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira*, n. 2, v. 25, p. 223 – 228, 2001.
- Carneiro, R. G.; Mônico, A. P. A.; Moritz, M. P.; Nakamura, K. C.; Scherer, A. Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e em Plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. ***Nematologia Brasileira***, Piracicaba, v. 30, n.3, p.293-298, 2006.
- CEASA – CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO ESPÍRITO SANTO. Boletim Diário de Preços. Disponível em < <https://ceasa.es.gov.br/>>. Acessado em: 08 jan. 2020.
- Christe, J. R. Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. Fla. Agric. Exp. Sta., 256 p., 1959.
- Desaeger, J. A. e Watson, T. T. Evaluation of new chemical and biological nematicides for managing *Meloidogyne javanica* in tomato production and associated double-crops in Florida. *Pest Manag. Sci.*, v. 75, n. 12, 2019.
- Dinardo-Miranda, L. L.; Spinirello, A.; Martins, A. L. M. Dinâmica populacional de fitonematoides fitoparasitos em cultura de abacaxi. *Nematologia brasileira*, n. 1, v. 21, p. 49 – 57, 1997.
- Dong, L. Q.; Zhang, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. *Plant Soil*, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.
- Dutra, M. R. e Campos, V.P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. “Soil and water management as a new tactic for

controlling *Meloidogyne incognita* in *Phaseolus vulgaris*” Fitopatologia Brasileira, v. 28, n.6, p. 608-614, 2006.

Dutra, M. R. et al. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. Fitopatologia Brasileira, v. 31, n. 4, p. 405 – 407, 2006.

Embrapa Semiárido. A cultura da goiaba. 2º ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2010, 186 p.

Gantait, V. V.; Bhattacharya, T.; Chatterjee, A. Fluctuation of nematode populations associated with banana plantation in Medinipur District, West Bengal, India. Indian Journal of Nematology, v.36, p.223-225, 2006.

Gomes, V. M. Declínio da goiabeira (*Psidium guajava* L.): etiologia e caracterização da sua patogênese. 2011. 118 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

Gomes, V. M. Meloidoginose da goiabeira: estudos sobre a sua patogênese e formas de convívio com a doença a campo. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

Heald, C. M. e Inserra, R. N. Effect of temperature on infection and survival of *Rotylenchulus reniformis*. Journal of Nematology, v.20, p.356-361, 1988.

Henderson, C. F. e Tilton, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, v.48, p.157-161, 1955.

Huang, S. P.; Souza, P. E; Campos, V. P. Seasonal variation of a *Meloidogyne exigua* population in a coffee plantation. Journal of Nematology, v. 1, n. 16, p. 115 – 117, 1984.

Hussey, R.S. e Barker, K.R. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter, n. 57, p. 1025-1028, 1973.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, (2019). <http://www.ibge.gov.br> visitado em 20 nov. 2019.

Jenkins, W.R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reporter, n. 48, p. 692, 1964.

Kearn, J.; Ludlow, E.; Dillon, J.; O’Connor, V.; Holden-Dye, L. Fluensulfone is a nematicide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 104, p. 44-57, 2014.

Khan, M. R.; Hassan, A.; Ghosh, B.; Das, B.; Ghosh, S.; Ray, S. K. Diversity and community analyses of soil nematodes associated with guava from West Bengal, India. Acta Horticulturae, v. 735, p. 483, 2007.

Korayem, A. M.; Youssef, M. M. A.; Mohamed, M. M. M.; Lashein, A. M. S. A survey of plant parasitic nematodes associated with diferents plants in North Sinai. Middle East Journal of Agriculture Research, v. 3, n. 3, p. 522 – 529, 2014

Maximiniano, C.; Campos, V. P.; Souza, R. M.; Almeida, A. R. Flutuação populacional de *Meloidogyne exigua* em cafezal naturalmente infestado por *Pasteuria penetrans*. *Nematologia Brasileira*, v. 1, n. 25, p. 63 – 69, 2001.

Moraes, W. B. Capítulo II: Métodos de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem do eucalipto em campo. 2013. 85 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas. Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

Nunes, H. T.; Monteiro, A. C.; Pomela, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n.3, p. 403-409, 2010.

Oka, Y.; Shuker, S. and Tkachi, N. Nematicidal efficacy of MCW-2, a new nematicide of the fluoroalkenyl group, against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Pest Management Science*, v. 65, p. 1082–1089, 2009.

R Core Team. R: A Language and Environment for. Statistical Computing. R Foundation for Statistical. Computing, Vienna, Austria, 2020.

Rebois, R. V. Effect of soil temperature on infectivity and development of *Rotylenchulus sp.* on resistant and susceptible soybeans, *Glycine max*. *Journal of Nematology*, v.5, p.10-13, 1973a.

Rebois, R.V. Effect of soil water on infectivity and development of *Rotylenchulus sp.* on soybean, *Glycine max*. *Journal of Nematology*, v.5, p. 246-249, 1973b.

Robinson, A.F.; Inserra, R.N.; Caswell-Chen, E.P.; Vovlas, N.; Troccoli, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica*, v.27, p.127-180, 1997.

Shirley, A. M. et al. Effect of spirotetramat and fluensulfone on population densities of *Mesocriconema xenoplax* and *Meloidogyne incognita* on peach. *Journal of Nematology*, v. 51, p. 1 – 10, 2019.

Siqueira, K. et al. Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, n.4, p. 256-260, 2009.

Souza, J. T e Campos, V. P. Flutuação populacional de fitonematoides associados a *Pasteuria* spp. em duas áreas naturalmente infestadas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 2, n. 23, p. 339 – 344, 1999.

Souza, R. M.; Nogueira, M. S.; Lima, I. M.; Melarato, M.; Dolinski, C. M. Manejo de nematoide-das-galhas da goiabeira em São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros. *Nematologia Brasileira*, v. 30, p. 165-169, 2007.

Sreenivasan, N. e Rajeshwari, S. Management of *Rotylenchulus sp.* with bio-control agentes in cotton. *Annals of Plant Protection Sciences*, v. 15, p. 454 – 457, 2007.

Stadnik, M.J. e Bettioli, W. (2000) - Controle biológico de oídeos. *In: Melo, I.S. Azevedo, J.L. (Ed.) - Controle biológico. v.3. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 95–112.*

Statsoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10.0.

Starr, J.L. Recovery and longevity of Egg Masses of *Meloidogyne incognita* during simulated winter survival. *Journal of Nematology*, v. 25, p. 244-248, 1993.

Tigano, M. et al. Genetic diversity of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* and development of a SCAR marker for this guava-damaging species. *Plant Pathology*, v. 59, n. 6, p. 1054-1061, 2010.

Vrain, T.C.; Barker, K.R. Influence of low temperature on development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* eggs in eggs masses. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.10, n.4, p.311-313, 1978.

Watson, T. e Desaegeer, J. A. Evaluation of non-fumigant chemical and biological nematicides for strawberry production in Florida. *Crop Protecction*, v. 117, p. 100-107, 2019.

Westphal, A. e Smart, J.R. Depth distribution of *Rotylenchulus sp.* under different tillage and crop sequence systems. *Phytopathology*, v.93, p.1182-1189, 2003.

Zambolim, L. Ventura, J. A.; Zanao Jr, L. A. Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. Editora Independente, 1 ed., 322 p., 2012.