



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DCH – CAMPUS IX
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

MIRLLA COELHO DOS ANJOS

**DIVERSIDADE DA NEMATOFUNA EM ÁREA DE CULTIVO DE
HORTALIÇAS ORGÂNICAS EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

BARREIRAS-BA

2021



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DCH – CAMPUS IX
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

MIRLLA COELHO DOS ANJOS

**DIVERSIDADE DA NEMATOFUNA EM ÁREA DE CULTIVO DE
HORTALIÇAS ORGÂNICAS EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônoma da Universidade do Estado da Bahia – UNEB / Campus – IX, Barreiras/BA, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônoma.

Orientador: Dra. Daniela Stefanelo

BARREIRAS-BA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da
UNEB

A599

Anjos, Mirlla Coelho dos

Diversidade da Nematofauna em Área de Cultivo de Hortaliças Orgânicas em Sistema Agroflorestal / Mirlla Coelho dos Anjos. - Barreiras, 2021.

34 fls.

Orientador(a): Dra. Daniela Rossato Stefanelo.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2021.

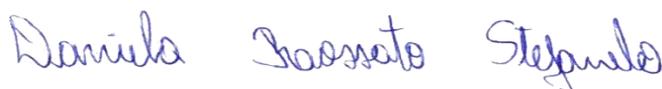
CDD:

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Departamento de Ciências Humanas – Campus IX

DIVERSIDADE DA NEMATOFUNA EM ÁREA DE CULTIVO DE
HORTALIÇAS ORGÂNICAS EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Trabalho de Conclusão de Curso -TCC apresentada à Universidade do Estado da
Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia
Agrônômica.

Banca Examinadora:



Daniela Rossato Stefanelo

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Santa Maria;
Doutora em Fitopatologia pela Universidade de Brasília; Professora da Universidade do
Estado da Bahia



João Luiz Coimbra

Engenheiro-agrônomo pela Universidade Federal de Lavras; Mestre e Doutor em
Fitopatologia pela Universidade Federal de Lavras; Professor Titular da Universidade
do Estado da Bahia



Alberto do Nascimento Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado da Bahia; Mestre em Agronomia;
Doutor em agronomia pela Universidade de Brasília em parceria com a Embrapa
Cerrados.

Data de realização: ___09___/___12___/___2021___

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado vida e saúde para chegar até aqui.

Agradeço a minha família tias (os), avós, primas (os), irmãs que sempre me apoiaram, principalmente meus pais Eraldo e Marli que sempre me ajudaram a correr atrás dos meus sonhos.

Ao meu companheiro de turma e de vida Israel Santana, que me acompanhou em todas as etapas dessa jornada me incentivando a nunca desistir do meu propósito.

À UNEB- Campus IX, que me possibilitou viver essa experiência com tanto êxito e tendo a honra de compartilhar conhecimentos tão preciosos com os professores, funcionários e colaboradores dessa instituição.

À minha professora e orientadora Daniela Stefanelo, pela oportunidade de aprender tanto com seus ensinamentos e pela confiança dotada a mim para elaborar esse trabalho de pesquisa, juntamente com a empresa JCO (Bioprodutos), fazenda frutos do mato e bolsa PICIN.

Aos meus colegas de turma, em especial, Alícia que esteve comigo desde o primeiro dia se tornando uma amiga para vida. Matheus, Danilo, Bruna, Gabriela, Thiago, Ivison, Kesia, Silvanir e Alicia Regina um grupo de amizade, união e respeito que me deu ânimo e forças nos momentos mais difíceis, amigos que levarei além da universidade.

Às minhas amigas de infância Taissy, Sandy, Danielle por todo carinho e apoio em todos os momentos dessa jornada.

Sou muito grata por todos os momentos, oportunidades, dificuldades e experiências que vivi ao longo desse curso que aprendi a amar, tudo isso me ajudou a crescer, amadurecer e acreditar que sou capaz de realizar os meus objetivos.

RESUMO

A estrutura da comunidade de nematoides oferece eficiente instrumento para o acompanhamento da qualidade e do funcionamento do solo. Entretanto, levando em consideração a grande diversidade de espécies de nematoides estimada, no Brasil as pesquisas nesta área ainda são escassas, principalmente em relação a sistemas agroflorestais. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a diversidade da nematofauna em uma área de cultivo de hortaliças em sistema agroflorestal, antes e depois da implantação de plantas de cobertura associadas ao *Trichoderma* ssp. O trabalho foi realizado em uma propriedade de cultivo de hortaliças no município de Barreiras, Bahia. Previamente foi realizada a coleta de solo da rizosfera e análise da nematofauna presente nesse solo. Posteriormente, plantas de cobertura, nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e milheto (*Pennisetum glaucum*) foram semeadas em canteiros subdivididos em seis parcelas. Cada canteiro continha as plantas de cobertura com e sem a associação ao produto à base de *Trichoderma* (Trichoplus JCO®) e um tratamento apenas com produto e sem plantas de cobertura. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com seis repetições e sete tratamentos, totalizando 42 parcelas. As plantas foram conduzidas no campo por um período de 6 meses sendo posteriormente avaliadas a abundância total, riqueza de gêneros e grupos tróficos. O manejo do solo e as práticas culturais realizadas na área do experimento influenciou no aumento da abundância e riqueza de gêneros de nematoides. Os tratamentos com *Trichoderma* e nabo forrageiro contribuíram para o aumento de todos os grupos tróficos de nematoides, exceto dos micófagos. A associação das culturas de cobertura crotalária e milheto utilizadas isoladamente ou em associação ao *Trichoderma* auxiliaram na redução das populações de fitonematoides.

Palavras-chave: Nematoides, agrofloresta, ecologia

ABSTRACT

The structure of the nematode community offers an efficient instrument for monitoring soil quality and functioning. However, taking into account the great diversity of nematode species estimated, in Brazil research in this area is still scarce, especially in relation to agroforestry systems. The present work aims to evaluate the diversity of nematofauna in a vegetable growing area in an agroforestry system, before and after the implantation of cover crops associated with *Trichoderma* ssp. The work was carried out in a vegetable growing property in the city of Barreiras, Bahia. Previously, the collection of soil from the rhizosphere and analysis of the nematofauna present in this soil was carried out. Afterwards, cover crops, forage radish (*Raphanus sativus*), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and millet (*Pennisetum glaucum*) were sown in beds subdivided into six plots. Each bed contained cover crops with and without the association with the *Trichoderma*-based product (*Trichoplus* JCO®) and a treatment with only the product and without cover crops. The experimental design used was randomized blocks, with six replications and seven treatments, totaling 42 plots. The plants were conducted in the field for a period of 6 months and the total abundance, genus richness and trophic groups were subsequently evaluated. The soil management and cultural practices carried out in the experiment area influenced the increase in the abundance and richness of nematode genera. Treatments with *Trichoderma* and forage radish contributed to the increase in all trophic groups of nematodes, except mycophages. The association of crotalaria cover crops and millet used alone or in association with *Trichoderma* helped in the reduction of phytonematodes populations.

Keywords: Nematodes, agroforestry, ecology

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Área de produção de hortaliças antes da implantação do experimento: (a) vista geral da área e (b) canteiros de produção.17
- FIGURA 2:** (a e b): (a) Plantas de cobertura (milheto, crotalária, nabo com e sem inoculação de *Trichoderma* spp). 15 dias após a semeadura. (b) Amostras de solo coletadas para fazer extração de nematoides18
- FIGURA 3:** (a e b): (a) Processamento do solo para extração de nematoides; (b) aplicação de formaldeído a 1% nas amostras.....20
- FIGURA 4:** (a e b): (a) Contagem do número total de espécimes de cada amostra; (b) nematoides presentes na lâmina.....20
- FIGURA 5:** Valores médios da abundância total da nematofauna em canteiros de hortaliças num sistema agroflorestal em dois momentos de avaliação (08/2020 e 02/2021).....21
- FIGURA 6:** Valores médios da abundância absoluta de nematoides sob efeito das culturas de cobertura milheto, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. nos Grupos Tróficos (bacteriófagos, fitoparasitos, micófagos, predadores-onívoros).22
- FIGURA 7:** Efeito das culturas de cobertura milheto, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. nos grupos tróficos bacteriófagos.23
- FIGURA 8:** Efeito das culturas de cobertura milheto, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. no grupo trófico fitoparasitos.25
- FIGURA 9:** Efeito das culturas de cobertura milheto, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. no grupo trófico onívoro/predadores.26

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	9
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Diversidade de nematoides e sua abundância.....	11
2.2 Nematoides como bioindicadores de qualidade solo.....	12
2.3 Diversidade da nematofauna x sistema agroflorestal	14
2.4 <i>Trichoderma</i> spp. x Plantas de cobertura	15
3.0 MATERIAL E MÈTODOS	17
3.1 Local de realização do experimento	17
3.2 Amostragens de solo e condução do experimento	18
3.3 Processamento e preparação das amostras de solo.....	19
3.4 Avaliações	21
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.0 CONCLUSÕES.....	29
6.0 REFERÊNCIAS:	30

1.0 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de hortaliças é bastante diversificado, sendo que as culturas da batata, tomate, melancia, alface, cebola e cenoura apresentam maior volume de produção entre as hortaliças cultivadas (EMBRAPA, 2020). A estimativa da produção brasileira considerada pela FAO não engloba todas as hortaliças, assim, o Brasil ocupa a 13ª posição com 11,4 milhões de toneladas, no período 2005-14 a produção aumentou 29,76% (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017). No Brasil, a olericultura, área da horticultura que abrange a exploração de hortaliças e legumes, gera sete milhões de empregos distribuídos em aproximadamente 2,6 milhões de hectares. Ou seja, a cada 10 hectares cultivados com frutas e/ou hortaliças, emprega-se cerca de 25 pessoas (CNA; ABRAFRUTAS, 2018).

A capacidade produtiva do solo é altamente dependente do teor de matéria orgânica e as plantas de cobertura quando adequadamente utilizadas se constituem em estratégia para melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo além do aumento da matéria orgânica, essas espécies vegetais utilizadas como cobertura do solo também auxiliam no controle de plantas daninhas, doenças, nematoides e de pragas (EMBRAPA, 2017).

Segundo Yeates et al., (1993) no mundo tem-se os nematoides como a espécie de animais mais abundante e amplamente distribuída, tanto nos biomas aquáticos quanto terrestres. As comunidades de nematoides de solo são poli específicas e constituídas principalmente por cinco grupos tróficos: os parasitas de plantas, os bacteriófagos, os fungívoros/micófagos, os predadores e os onívoros, sendo os dois primeiros os mais numerosos. Quanto maior for a diversidade e abundância de nematoides em uma comunidade, maiores serão as possibilidades de interação entre as espécies componentes da cadeia alimentar, favorecendo a sustentabilidade dos solos (CARES; HUANG, 2008)

De acordo com Figueira et al., (2011), a estrutura da comunidade de nematoides oferece eficiente instrumento para o acompanhamento da qualidade e do funcionamento do solo pelas seguintes características: nematoides ocorrem em todo ambiente onde se dá a decomposição da matéria orgânica; sua morfologia quase sempre reflete em seu hábito e especificidade alimentar, reprodução, além de responderem às mudanças ambientais e de manejo.

Entretanto, levando em consideração a grande diversidade de espécies de nematoides estimada, no Brasil as pesquisas nesta área ainda são escassas, principalmente em relação a sistemas agroflorestais. A grandiosidade da abundância, diversidade e importância dos nematoides também contrastam-se com o insignificante volume de conhecimentos taxonômicos acumulados sobre tais organismos e, mais ainda, com o baixo número de pesquisadores envolvidos com essa área (CAIXETA, 2015).

Devido à escassez de estudos e informações sobre a abundância geral de nematoides, e levando em consideração a sua efetividade principalmente como um bioindicador de qualidade do solo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a diversidade da nematofauna em uma área de cultivo de hortaliças sob um sistema agroflorestal, antes e depois da implantação de plantas de cobertura associadas ao *Trichoderma ssp.*

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Diversidade de nematoides e sua abundância

Os nematoides são o grupo mais abundante entre os animais multicelulares, pertencem ao filo Nematoda, possuem diversos hábitos alimentares e diversos papéis ecológicos no solo. (GOULART et al., 2009). Mas apesar de tamanha diversidade apenas 3% do total de espécies existentes no mundo todo tem sido estudadas e identificadas (RAVICHANDRA, 2014).

Apesar de existirem muitos nematoides fitoparasitas de folhas, flores e sementes a sua grande maioria preferem as partes subterrâneas das plantas, como tubérculos, raízes, e bulbos, dificultando na maioria das vezes seu diagnóstico, porém nem todos são fitoparasitas, são mais de 20.000 espécies do filonematoda (WHITEHEAD, 1998; FREITAS et al., 2001) e são encontrados em quase todos os tipos de ecossistemas, com uma variedade de hábitos de vida e podendo pertencer a diferentes grupos tróficos: fitoparasitas (fitófagos), micófagos (fungívoros), bacteriófagos, predadores e onívoros (YEATES et al., 1993)

A compreensão de como ocorre a sucessão das comunidades de nematoides no solo é um aspecto de grande importância. Estudos anteriores relataram que inicialmente os bacteriófagos da família Rhabditidae predominam no início do processo de decomposição da matéria orgânica. No decorrer do processo, estes bacteriófagos vão sendo substituídos por outros mais tolerantes à falta de água, como os da família Cephalobidae, esses persistem nas fases posteriores da sucessão. Nematoides micófagos, como os da subordem Aphelenchina e família Tylenchidae sobressaem-se quando existem materiais de decomposição lenta, como lignina, celulose e altas relações (C/N) que acumulam-se no ambiente. Os nematoides onívoros e predadores estão relacionados a ambientes estáveis com comunidades maduras (NILES & FRECKMAN, 1998).

No estudo da diversidade em comunidades são analisados dados qualitativos (identificações taxonômicas) e quantitativos (densidades ou número de indivíduos de cada táxon, ou seja, na terminologia ecológica, abundâncias). A abundância de cada táxon (família, gênero ou espécie) nas comunidades é avaliada por meio de estimativas da abundância absoluta e relativa (GOULART et al., 2009). A abundância total é avaliada pela contagem do número total de nematoides em uma amostra com volume conhecido de solo. A abundância absoluta é o número total de indivíduos pertencentes a um

determinado táxon ou grupo trófico de uma amostra ou conjunto de amostras, enquanto que a abundância relativa representa o valor percentual do número de indivíduos pertencentes a um determinado táxon ou grupo trófico com relação ao total de indivíduos presentes em uma amostra ou conjunto de amostras (CARES & HUANG, 2008).

Quando o objetivo é comparar as comunidades entre duas áreas ou tipos de coberturas vegetais, podem ser utilizados índices de similaridade de Jacard e de Bray e Curtis (BRAY; CURTIS, 1957; NORTON, 1978).

Uma medida para mensurar a diversidade é a riqueza que corresponde ao número de táxons (nas categorias de espécies, gêneros ou famílias) de nematoides que ocorrem em cada área ou amostra (HUNTER JR, 1996). Também na mensuração da diversidade podem ser usados os índices de Shannon-W, o índice de Simpson e seus respectivos índices de equitabilidade. Estes expressam a uniformidade entre as abundâncias de diferentes grupos taxonômicos na comunidade. A diferença entre os dois índices é que o índice de Shannon-W atribui pesos iguais a todos os nematoides (raros ou abundantes) já o de Simpson atribui o maior peso para os mais abundantes (GOULART et al., 2009).

O índice de maturidade proposto por Bongers (1990) serve de indicativo da fase de sucessão ecológica em que se encontra a comunidade e como medida do nível de perturbação ou distúrbio do ambiente. As características ecológicas foram utilizadas para a criação de uma escala de valores de 1 a 5, que foram denominados valores de c-p, sendo que valores mais próximos de 1 estão relacionados aos nematoides colonizadores e os mais próximos de 5 aos nematoides persistentes.

2.2 Nematoides como bioindicadores de qualidade solo

Pesquisas sobre biodiversidade e estrutura de comunidades de nematoides em solos ainda são escassas no Brasil. Trabalhos que visam investigar o uso da biodiversidade em solos para o desenvolvimento de indicadores biológicos de qualidade ambiental em agroecossistemas são fundamentais para: identificar os efeitos de vários sistemas de manejo sobre a biodiversidade em nossos solos; definir estratégias de manejo que possam resultar em sistemas de produção mais sustentáveis; constituir uma base de dados biológicos para subsidiar estudos sobre o impacto de sistemas agrícolas nas propriedades físico-químicas, na ciclagem de nutrientes e na dinâmica da matéria orgânica em solos. (GOULART, 2007)

Os nematoides podem ser utilizados como indicadores ecológicos dos solos em agroecossistemas e ecossistemas naturais na avaliação de perturbações ambientais, na qualidade do solo e na sustentabilidade produtiva (GOULART et al., 2010).

Carneiro et al., (2020) analisaram as mudanças na estrutura das comunidades de nematoides em três tipos diferentes de uso da terra (áreas agrícolas, floresta secundária e floresta natural) na Caatinga, no Parque Nacional Catimbau em Pernambuco – PE. Foram identificados 17.177 nematoides pertencentes a 104 gêneros. A abundância e riqueza de nematoides foram mais altas na floresta secundária e mais baixas nas áreas agrícolas. As propriedades do solo, a precipitação média mensal e a temperatura foram responsáveis por 65,42% da variação total na composição taxonômica dos nematoides entre as áreas estudadas.

Os nematoides são animais bastante numerosos em nosso planeta e com uma grande diversidade, e pelo fato de serem sensíveis as diferentes alterações no manejo do solo e serem facilmente extraídos do mesmo, têm sido muito utilizados para indicar a qualidade do solo e dos agrossistemas (NEILSON, 2005; CARES, 2006). Porém, para incluir os nematoides em estudos ambientais, principalmente na qualidade do solo, é fundamental conhecer sua abundância e diversidade, bem como, as associações existentes entre suas comunidades e as características físicas e químicas do solo (GOULART, 2002).

Os atributos físicos e químicos no solo são essenciais para o crescimento desenvolvimento das plantas e o correto funcionamento dos ecossistemas terrestres, tanto que onze membros de todos os níveis tróficos nos ecossistemas são dependentes do solo como fonte de nutrição na disponibilidade e reaproveitamento de elementos fundamentais para a decomposição de resíduos orgânicos (SINSABAUGT et al., 2002).

A utilização de nematoides como bioindicadores na análise de qualidade do solo e alterações ambientais ocorre principalmente devido a estes estarem presentes em qualquer ambiente que forneça uma fonte de carbono orgânico e em qualquer tipo de solo e condições climáticas; além de constituírem comunidade multiespecífica; certos táxons podem apresentar sensibilidade diferenciada a distúrbios ocorridos no meio; e apresentam diversidade trófica de fácil identificação por análise morfológica. (NEILSON, 2005; CARES, 2006; TOMAZINE, 2008)

2.3 Diversidade da nematofauna x sistema agroflorestal

“Sistema agroflorestal é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais, ambas na forma de arranjos especiais ou sequências temporais. Nos sistemas agroflorestais existem ambas as interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes.” (NAIR, 1984; RIGHI, 2015). A integração de árvores, culturas agrícolas, e animais em um sistema agroflorestal tem o potencial para melhorar as condições do solo, a qualidade da água, aumentar a biodiversidade e sequestrar carbono (GARRETT; MCGRAW, 2000; GARRITY, 2004; WILLIAMS-GUILLEN et al., 2008; NAIR et al., 2009; OLIVEIRA, 2015).

Estudos recentes sobre a diversidade foram realizados por Silva (2019) observando a quantificação de nematoides de diferentes grupos alimentares tendo um avanço na obtenção de informações a respeito da disponibilidade e abundância desses organismos no solo, encontrando até uma nova espécie do gênero *Holostaspella* no estado de São Paulo sendo o primeiro relato de uma espécie do grupo *Caelta* no país.

Freckman e Ettema (1993) estudaram comunidades de nematoides em ecossistemas naturais (duas áreas) e agroecossistemas (quatro sequências de rotação de culturas anuais e duas culturas perenes) sob diferentes níveis de intervenção humana, nos Estados Unidos. As culturas anuais utilizadas foram milho, soja e trigo (*Triticum aestivum* L.); as culturas perenes foram alfafa (*Medicago sativa* L.) e *Populus euramericana* (Dode) Guinier. As áreas agrícolas apresentavam níveis variados de interferência em suas condições naturais (ou perturbação, segundo alguns autores), desde áreas sem utilização de produtos químicos industrializados e baixo impacto da ação humana até áreas com utilização de produtos químicos industrializados e mais impactadas pelo manejo humano. Maior riqueza de táxons e diversidade foram encontradas em vegetação nativa. A área cultivada sem uso de produtos químicos industrializados também apresentou elevado número de táxons, porém, baixa uniformidade entre as abundâncias, o que resultou em um baixo índice de diversidade de Shannon-Weaver. Nematoides bacteriófagos foram os mais abundantes em todas as áreas, enquanto os micófitos foram mais abundantes em vegetação nativa, e os fitoparasitas apresentaram a menor abundância em cultivo

orgânico. Nematoides onívoros e predadores representaram uma pequena proporção da comunidade em todas as áreas.

No estudo de Valocká et al. (2001), considerando todos os grupos tróficos de nematoides, não houve maior diversidade em áreas de vegetação nativa em relação as áreas cultivadas, provavelmente em razão da dominância acentuada de nematoides fitoparasitas em todas as áreas amostradas nesse estudo. Em relação ao índice de maturidade, em todos os estudos, ocorreram maiores valores em áreas de vegetação nativa em relação às áreas cultivadas, exceto no de Bloemers et al. (1997), que não observaram diferenças entre os índices desses dois tipos de ecossistemas.

Na olericultura, os nematoides fitoparasitas podem interferir na produtividade total, dependendo do grau de infestação da área, da espécie de nematoide envolvida, da cultivar utilizada e das condições ambientais. Esses casos são mais frequentes quando as hortaliças são cultivadas na mesma área, sem o uso de rotação de culturas, que auxilia como uma medida de controle cultural para inibir o desenvolvimento de espécies de nematoides de intenso ataque (PINHEIRO, 2012).

Os principais gêneros de fitonematoides encontradas em áreas de produção de olerícolas são: *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Rodopholus*, *Rotylenchulus*, *Nacobbus* e *Tylenchulus*, que podem ser encontrados juntos ou separados e causam danos severos a essas culturas, muitas vezes deteriorando a produção (ROSA et al., 2013). A maioria desses parasitas são habitantes do solo e parasitas de raízes, bulbos e tubérculos e causam danos significativos a esses órgãos vegetais ao introduzir seu estilete na parede celular e deles retiram seus nutrientes e injetam substâncias tóxicas induzindo a formação de nodulações ou lesões necróticas nas raízes (RITZINGER et al, 2006).

2.4 *Trichoderma* spp. x Plantas de cobertura

Dentre as alternativas de controle biológico disponíveis no mercado estão produtos à base de fungos do gênero *Trichoderma* utilizados para o controle de fitonematoides e de algumas importantes doenças de solo. Estes fungos, conhecidos popularmente por *Trichoderma*, atuam no sistema radicular das plantas e promovem incrementos de produtividade tanto pelo controle de fitopatógenos quanto pela promoção do crescimento

vegetal. Sua aplicação no campo pode ser realizada via semente, no substrato, no sulco de semeadura ou mesmo via foliar (STEFEN, 2018)

Dentre estas técnicas, o tratamento de sementes é interessante, por possibilitar a proteção contra patógenos do solo já no processo de semeadura. Estudos demonstram que o principal modo de controle de fitopatógenos por *Trichoderma* refere-se à produção de compostos tóxicos, embora existam informações quanto à ocorrência de parasitismo de ovos de fitonematoides por esses fungos biocontroladores. (STEFEN, 2018)

Segundo Santos (2020) a adoção de plantas de cobertura que proporcionam uma boa palhada para cobertura do solo em conjunto com a utilização do *Trichoderma* proporciona menores condições para a proliferação dos fitopatógenos.

De acordo Inomoto e Asmus (2009) o milheto (*Pennisetum glaucum* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*) formaram palhada para oito milhões de hectares cultivados em Sistema Plantio Direto, contudo, são plantas que podem hospedar certas espécies de fitonematoides, como *Meloidogyne incognita*. Entretanto, estas mesmas plantas proporcionam um controle efetivo sobre o nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*). As plantas de cobertura com maior capacidade para reduzir a população de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus* sp. são as crotalárias. que se desenvolvem bem no cerrado (INOMOTO et al., 2006). Estas podem até permitir a entrada do nematoide nas raízes, mas não possibilitam o seu desenvolvimento, obtendo o efeito de supressão de fitonematoides, principalmente devido à produção do alcaloide monocrotalina, que impede o desenvolvimento e a multiplicação do patógeno no interior das raízes (WANG et al., 2001; BORGES et al., 2013).

Quando à aplicação de *Trichoderma* spp. é realizada no agroecossistema, associando-o ou não com outras culturas deve se considerar que o organismo não está sendo introduzido em um ambiente axênico e o impacto sobre a microbiota nativa ou introduzida pode ser benéfica, maléfica ou neutra e estas interações determinam o sucesso do controle biológico (MEYER, 2019).

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

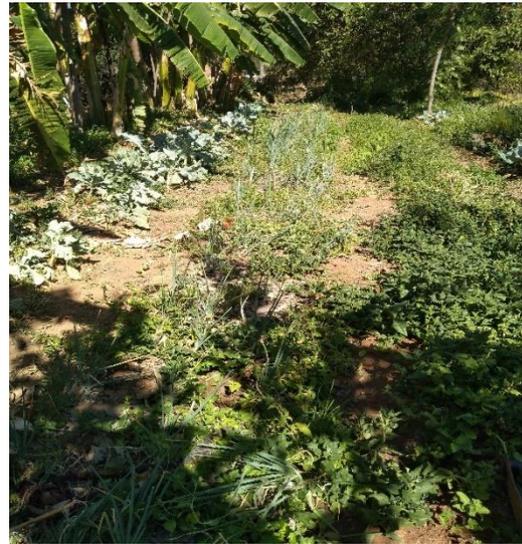
3.1 Local de realização do experimento

As coletas de solo e o trabalho de campo foram realizadas em uma fazenda de produção de hortaliças e frutas num sistema agroflorestal, localizada no Km 30, em Barreiras-BA. A FIGURA 1 (a e b) mostra como estava a área de cultivo antes da implantação do experimento. O processamento das amostras de solo e identificação dos nematoides foi realizada nos laboratórios da UNEB campus IX em parceria com o laboratório de nematologia da JCO Fertilizantes localizada em Barreiras BA.

FIGURA 1 (a e b): Área de produção de hortaliças antes da implantação do experimento: (a) vista geral da área e (b) canteiros de produção. Fotos: Mirlla Coelho (2021)



(a)



(b)

3.2 Amostragens de solo e condução do experimento

As amostragens de solo foram realizadas em duas etapas: A primeira foi realizada em agosto de 2020 e teve como objetivo principal fazer o levantamento prévio da nematofauna presente em seis canteiros de cultivo de hortaliças.

No levantamento prévio da nematofauna, a disposição das hortaliças nos canteiros era da seguinte forma: canteiro 7 (espinafre e brócolis), canteiro 8 (cebolinha e espinafre), no canteiro 9 (na primeira parte havia espinafre e cebolinha, na segunda e terceira parte apenas presença de trapoeraba (*Commelina* spp.), no canteiro 10 (espinafre e brócolis), no canteiro 11 (apenas espinafre) e no canteiro 12 (salsinha e espinafre). Para coleta, cada canteiro foi dividido em 3 partes iguais e de cada parte foram retiradas 3 sub-amostras do solo da rizosfera totalizando 2kg de solo por amostra.

Na segunda parte do levantamento da nematofauna, as coletas foram realizadas a partir de cada parcela onde foram previamente implantadas as culturas de cobertura milheto, nabo e crotalária com e sem inoculação, durante a semeadura, com o produto biológico à base de *Trichoderma* denominado de Trichoplus JCO (FIGURA 2a). Antes da implantação das culturas a área foi limpa por capina manual, adubada com esterco bovino, e após a emergência das plantas de cobertura foi feita adição de palhada em todos os canteiros. De cada parcela com dimensões de 1,5mX1,5m foram retiradas 3 sub-amostras de solo, totalizando 2Kg de solo cada amostra como descrito anteriormente (FIGURA 2b).

FIGURA 2 (a e b): (a) Plantas de cobertura (milheto, crotalária, nabo com e sem inoculação de *Trichoderma* spp.) 15 dias após a semeadura. (b) Amostras de solo coletadas para fazer extração de nematoides. Fotos: Mirlla Coelho (2021)



(a)



(b)

3.3 Processamento e preparação das amostras de solo

Após a coleta as amostras de solo foram levadas ao laboratório para serem processadas. Cada amostra foi homogeneizada, após foram retirados 600 cm³ de solo e processados seguindo a metodologia de processamento por peneiramento e centrifugação proposta por Jenkins (1964).

A suspensão dos nematoides em água foi transferida para um tubo de ensaio, deixada a geladeira por algumas horas até que ocorresse a decantação dos mesmos. Os nematoides foram mortos e fixados em formaldeído (1%) e o volume da suspensão de cada tubo foi reduzida para 20 ml.

Na primeira etapa, para a avaliação da abundância total, foi contado o número total de espécimes de cada amostra presente numa alíquota de 20 ml de suspensão, para cada amostra foram realizadas 3 leituras, ao final, realizou-se a média das contagens (FIGURA 4: A). Os nematoides foram fixados e infiltrados com glicerina seguindo a metodologia proposta por (SEINHORST, 1959; CARES; HUANG, 2008). Posteriormente, foram montados em lâminas permanentes com 100 nematoides de cada amostra selecionados ao acaso.

Na segunda etapa, as amostras de solo foram processadas (FIGURA 3a) seguindo a metodologia acima descrita. Diferentemente da primeira etapa, os nematoides não foram infiltrados e não houve a montagem em lâminas permanentes. Os nematoides foram mortos e fixados com auxílio de formaldeído a (1%) (FIGURA 3b). A identificação foi

realizada partir da solução fixada procedendo-se a média de três leituras, como descrito acima.

FIGURA 3 (a e b): (a) Processamento do solo para extração de nematoides; (b) aplicação de formaldeído a 1% nas amostras. Fotos: Mirlla Coelho (2021)



(a)



(b)

A identificação dos nematoides, em ambas as etapas, foi em nível de famílias e ou gêneros e foi realizada com auxílio de lâmina de Peters, microscópio óptico e chaves taxonômicas (FIGURA 4 (a e b)) (PARAMONOV, 1976; JAIRAJPURI & AHMAD, 1992; CARES & HUANG, 2000; CARES & HUANG, 2001; DE LEY et al., 2003; HOLOVACHOV *et al.*, 2009; HOLOVACHOV & BOSTRÖM, 2010).

FIGURA 4 (a e b): (a) Contagem do número total de espécimes de cada amostra; (b) nematoides presentes na lâmina. Fotos: Mirlla Coelho (2021)



(a)



(b)

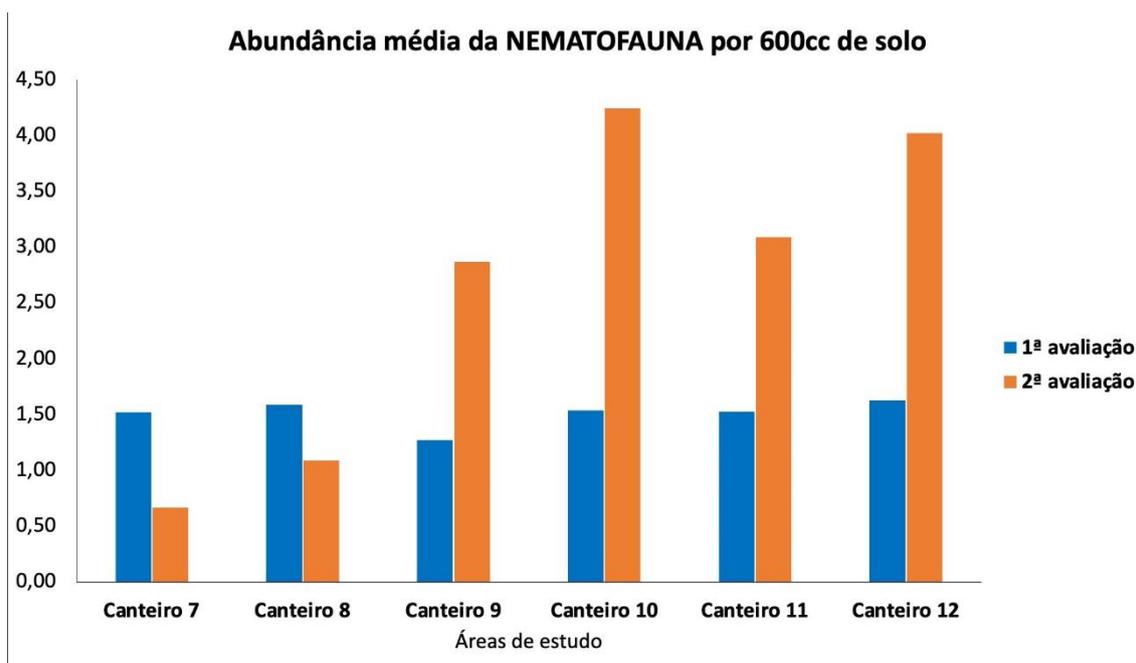
3.4 Avaliações

As variáveis analisadas foram a abundância total da nematofauna (média do número total de indivíduos presentes numa amostra conhecida), riqueza de gêneros (número de gêneros ou família de nematoides que ocorreram em cada amostra) e grupos tróficos dos nematoides. Estas variáveis foram submetidas a análise de variância (ANOVA ONE-WAY) e teste de médias Tukey a 5%.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados de abundância total da nematofauna foi observado um aumento do número total de nematoides da primeira etapa (avaliação prévia da área) para a segunda etapa na maioria dos canteiros analisados. No entanto, não houve diferença estatística significativa entre as avaliações realizadas. (FIGURA 5).

FIGURA 5. Valores médios da abundância total da nematofauna em canteiros de hortaliças num sistema agroflorestal em dois momentos de avaliação (08/2020 e 02/2021).

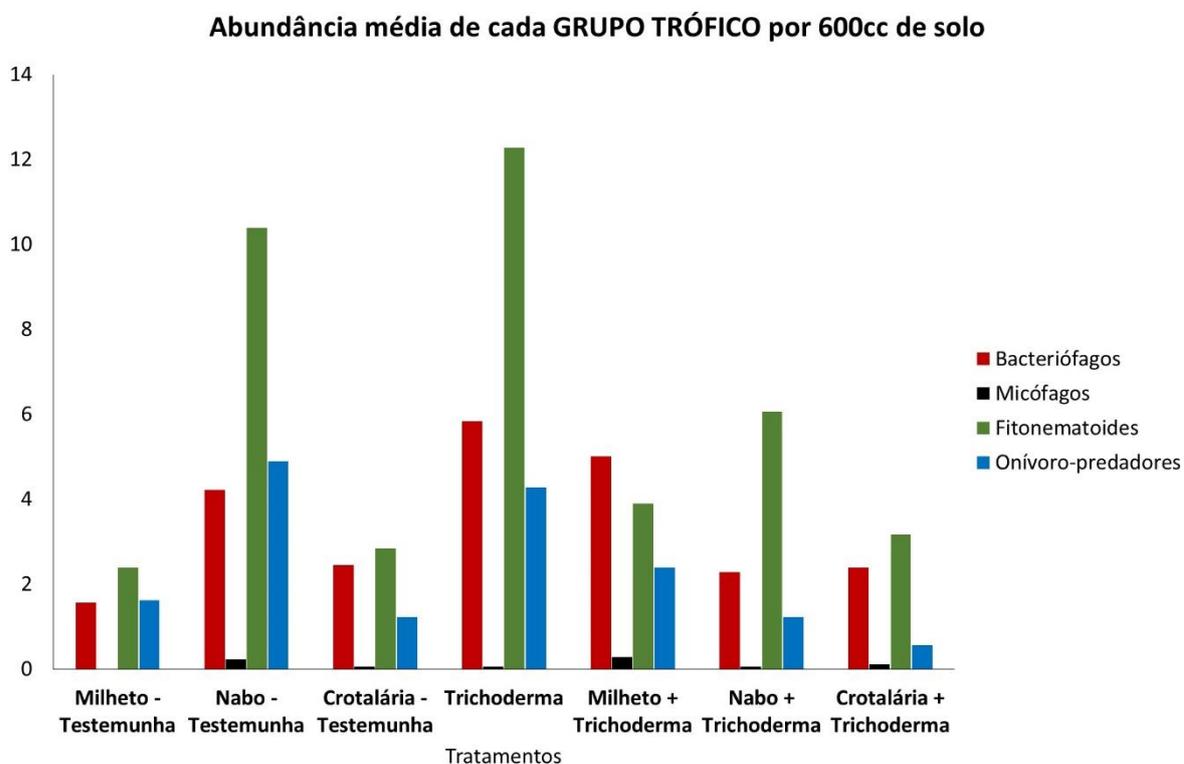


De acordo com Robinson & Perry (2006) a textura, umidade, temperatura do solo tamanho, quantidade de poros e capacidade de retenção de água influenciam na movimentação de nematoides no solo. Por meio de seus órgãos sensoriais estes são capazes de identificar estímulos químicos ambientais como concentrações de gases CO₂ e O₂ e exsudatos liberados pelas plantas e microrganismos, indo sempre em direção a regiões apropriadas para sua sobrevivência.

Conforme foi descrito anteriormente, na primeira avaliação (prévia) existia a presença hortaliças orgânicas e plantas daninhas. Posteriormente, na implantação do experimento foram realizadas algumas práticas de manejo, como capina, incorporação de adubação, palhada, adição de plantas de cobertura e irrigação dos canteiros. Estas práticas podem ter contribuído para o aumento da nematofauna e outros microrganismos no solo devido a incorporação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

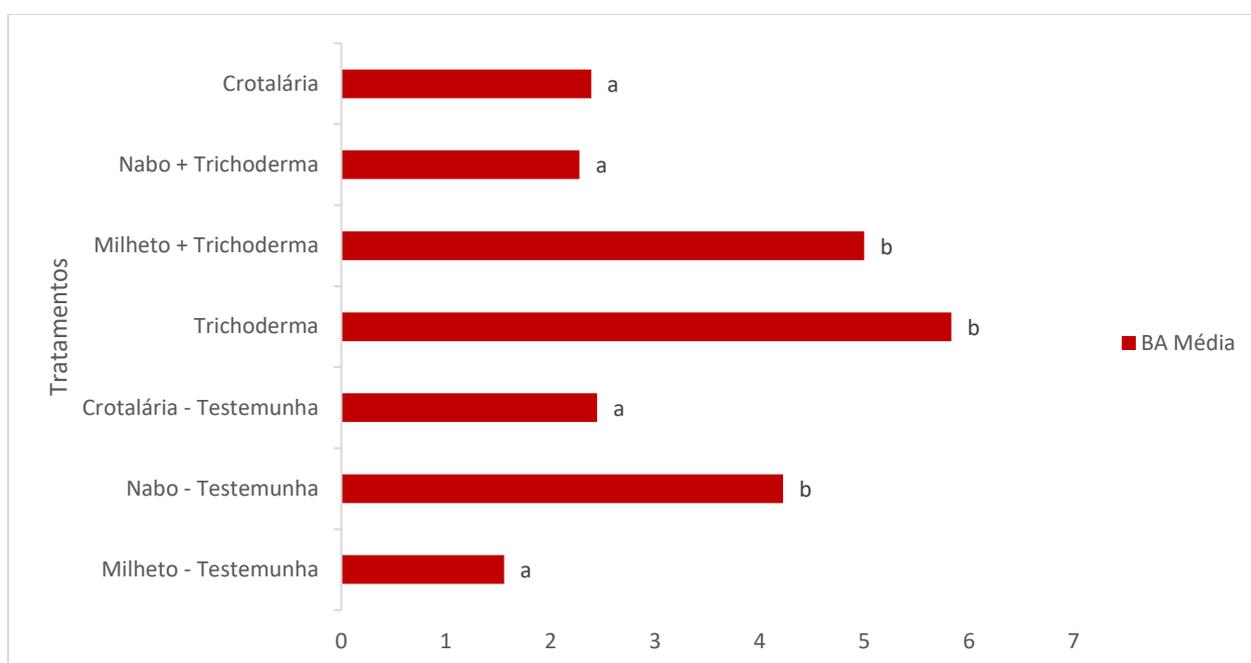
A influência das culturas de cobertura associadas ou não ao fungo biocontrolador *Trichoderma* spp. em relação aos grupos tróficos (Bacteriófagos, Fitoparasitos, Micófitos, predadores- onívoros) pode ser verificada na FIGURA 6.

FIGURA 6. Valores médios da abundância absoluta de nematoides sob efeito das culturas de cobertura milho, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. nos Grupos Tróficos (bacteriófagos, fitoparasitos, micófitos, predadores-onívoros).



Analisando-se as médias dos tratamentos para o grupo trófico dos bacteriófagos na figura 7 observou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os tratamentos *Trichoderma*, Milheto + *Trichoderma* e Nabo testemunha diferiram dos demais tratamentos apresentando as maiores médias (5,83, 5,00 e 4,22 respectivamente). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

FIGURA 7. Efeito das culturas de cobertura milho, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. no grupo trófico bacteriófagos (BA).



De acordo (NILES; FRECKMAN, 1998) os nematoides bacteriófagos da família Rhabditidae predominam em fases iniciais da decomposição da matéria orgânica (resíduos recentemente incorporados ao solo). Isso pode ser explicado pelo manejo que foi realizado na área do experimento, pois a cultura do nabo se decompôs rapidamente em função da não adaptação ao período de chuvas intensas. Nas parcelas apenas com *Trichoplus* havia algumas plantas daninhas/espontâneas, como a trapoeraba, que se desenvolveram num sistema pousio. Esta se reproduz por meio de sementes e enraizam facilmente na posição do nós e mantem vivos caules ou segmentos de caules sobre o solo mesmo em condições adversas (SOUZA, 2004).

Com o tempo, espécies de Rhabditidae são substituídas por espécies de Cephalobidae (outros bacteriófagos da mesma ordem, Rhabditida), as quais são mais tolerantes à falta de água e persistem em fases posteriores à sucessão. Trabalho realizado por Figueira et al., (2011) observaram, que a população total de bacteriófagos foi maior no sistema horta, onde ocorreu as maiores ofertas de matéria orgânica.

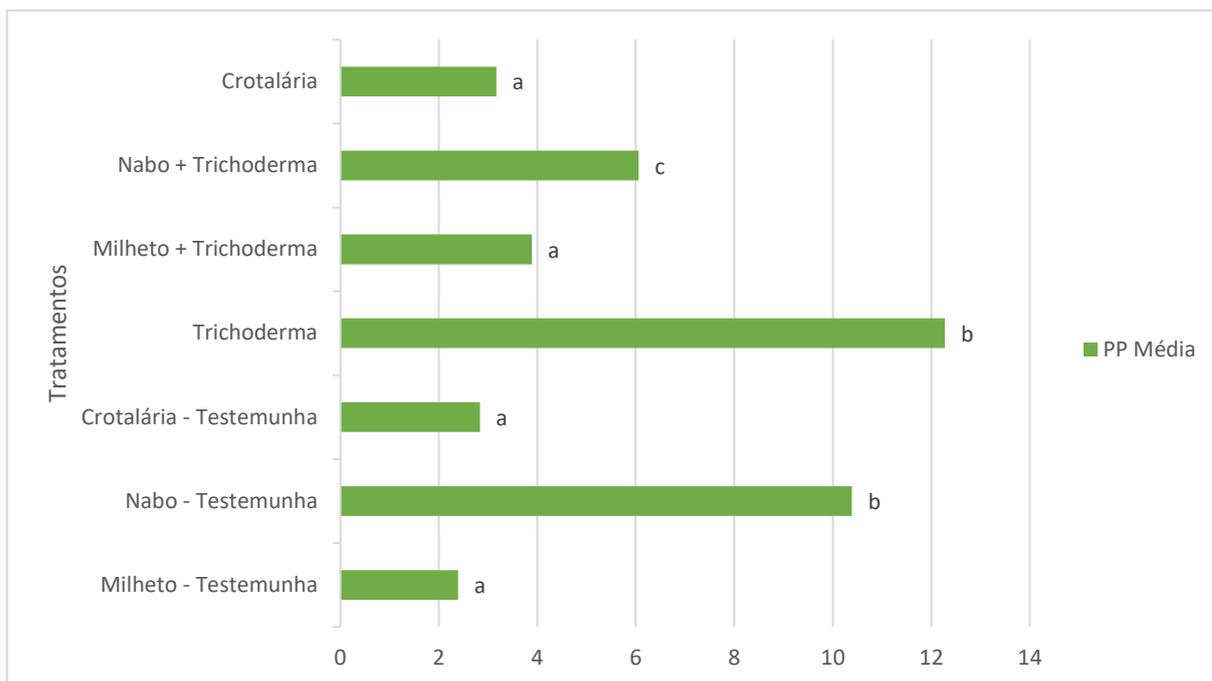
Gomes et al. (2003) constatou que na estação chuvosa, há aumento da população de bacteriófagos pela maior mineralização da matéria orgânica do solo, essa constatação coincide com o resultado obtido, pois as plantas de cobertura foram conduzidas até o mês de fevereiro, período de chuvas intensas.

Para o grupo trófico dos nematoides micófagos os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Isso pode ser explicado devido os nematoides micófagos, como os da subordem Aphelenchina e família Tylenchidae, tornam-se mais proeminentes quando substratos de mais lenta decomposição (como lignina e celulose, com altas relações C/N) acumulam-se no habitat, e como as plantas permaneceram apenas por 6 meses no campo, não houve tempo para completa decomposição da maioria das culturas, fazendo com que os micófagos não se sobressaíssem.

Para Freckman e Huang (1998), os nematoides micófagos apresentam maior abundância após a maturidade fisiológica das plantas, portanto, a flutuação populacional varia conforme a senescência das espécies vegetais

Em relação ao grupo trófico parasitas de plantas (fitoparasitas) os tratamentos *Trichoderma* e nabo testemunha diferiram estatisticamente dos demais tratamentos apresentando as maiores médias (12,28 e 10,39 respectivamente), seguidos pelo tratamento nabo+*Trichoderma* (6,06) que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos milho+*Trichoderma*, crotalaria+*Trichoderma*, crotalaria testemunha e milho testemunha que não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram as menores médias: 3,89, 3,17, 2,83 e 2,39, respectivamente como pode ser observado na FIGURA 8.

FIGURA 8. Efeito das culturas de cobertura milho, crotalaria, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. no grupo trófico Parasitas de Plantas (PP).



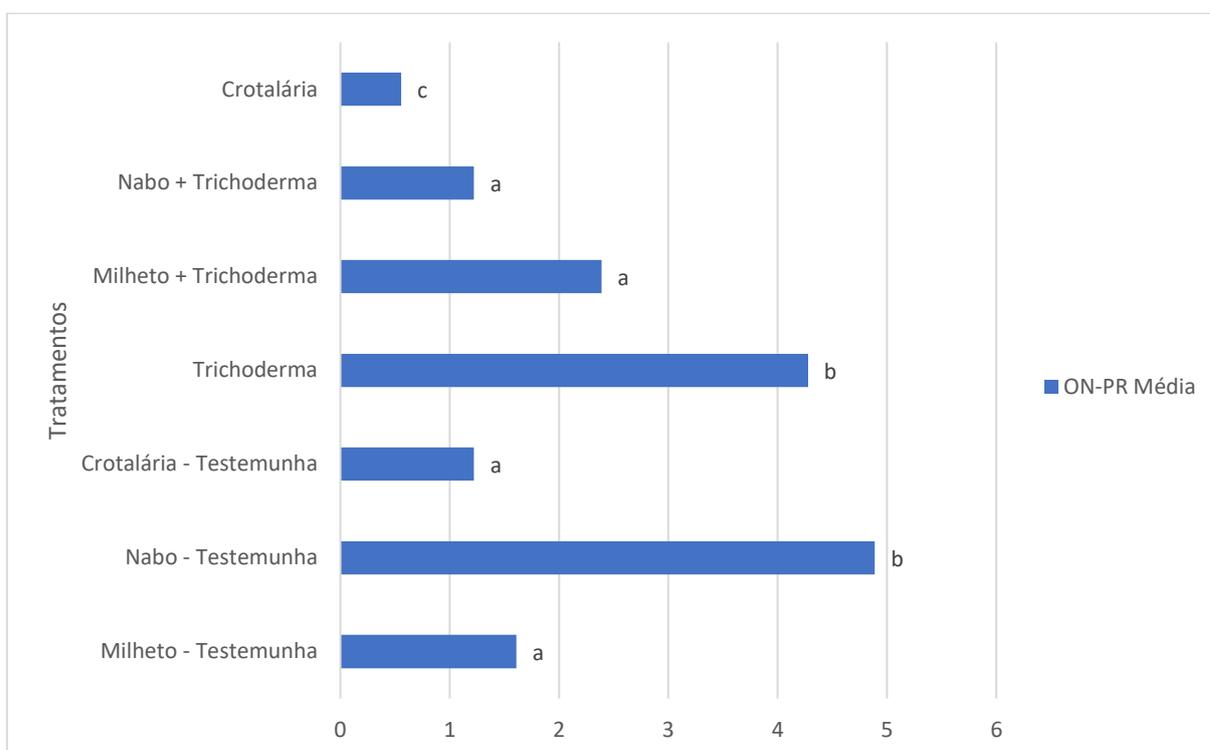
Isso pode ter ocorrido devido as plantas de cobertura contribuírem para a supressão de nematoides pela dificuldade de alimentação proporcionada, colaborando para o aumento da matéria orgânica do solo, que também atua na supressão de nematoides. A matéria orgânica estimula o aumento do controle biológico natural no solo, em virtude do aumento na população de inimigos naturais dos fitonematoides (fungos, bactérias, actinomicetos, nematoides nematófagos, etc) (PERINA, 2015).

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho realizado por Aquino (2021) com plantas de cobertura e uso do *Trichoderma*, onde foi verificada menor incidência populacional no solo dos nematoides *Pratylenchus brachyurus* e *Heterodera glycines* nas parcelas cultivadas com o milho e crotalária.

As maiores médias de nematoides parasitas de plantas (fitoparasitas) nos tratamentos somente com *Trichoderma*, nabo + *Trichoderma* e nabo testemunha pode ter ocorrido também devido a predominância de ervas daninhas e ou espontâneas nessas parcelas. Segundo Souza (2004) a trapoeraba (*Commelina* spp.) é uma hospedeira intermediária de nematoides como *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* (INSERRA, 1989). Além do que, de acordo Inomoto e Asmus (2009) o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*) é uma planta que pode hospedar certas espécies de fitonematoides, como *Meloidogyne incognita*.

No grupo trófico dos onívoros e predadores os tratamentos nabo testemunha e *Trichoderma* diferiram estatisticamente dos demais tratamentos apresentando as maiores médias (4,89 e 4,28 respectivamente), seguidos dos tratamentos milho+*Trichoderma*, milho testemunha, crotalária testemunha e nabo + *Trichoderma* que não diferiram entre si (2,39, 1,61, 1,22 e 1,22 respectivamente). O tratamento crotalária +*Trichoderma* diferiu estatisticamente dos demais tratamentos apresentando as menores médias (0,56) (FIGURA 9).

FIGURA 9. Efeito das culturas de cobertura milho, crotalária, nabo associadas ou não ao fungo *Trichoderma* spp. no grupo trófico onívoro/predadores (ON-PR).



A maior incidência dos nematoides onívoros e predadores coincidiu com as áreas onde foram verificados maiores índices dos outros grupos tróficos (bacteriófagos e fitoparasitas), o que pode ser explicado pelo seu hábito alimentar, nematoides onívoros e predadores como aqueles das ordens Dorylaimida e Mononchida, estão associados a ambientes estáveis, com maior diversidade, além do mais os predadores podem se alimentar de outros animais invertebrados do solo como protozoários, anelídeos, rotíferos. (NILES; FRECKMAN, 1998).

Nos canteiros com plantas de cobertura com e sem o *Trichoderma ssp*, houve uma menor população de todos grupos tróficos de nematoides com excessão dos micófagos, ainda há poucos estudos nesse segmento, mas sabe-se que a crotalária é considerada planta antagonista aos nematoides parasitas de plantas. As plantas antagonistas podem sofrer a invasão destes microrganismos, porém não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta, em um primeiro momento funciona como hospedeira atraindo os nematoides para as raízes e posteriormente repelem os que penetram ou que estão nas proximidades da rizosfera das mesmas (EMBRAPA, 2012).

Para a variável riqueza de gêneros (número de táxons nas categorias, gênero ou família de nematoides que ocorrem em cada amostra) não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos testados. No entanto, houve um aumento numérico da riqueza observado na segunda avaliação, na primeira contagem foram encontradas 17 famílias/gêneros de nematoides, já na segunda etapa essa abundância aumentou para 30 famílias/gêneros identificados tendo um aumento de 76,5% da riqueza de gêneros.

Acredita-se também que a época da segunda coleta de solo possa ter influenciado nesse aumento da riqueza de gêneros já que coincidiu com a estação chuvosa (fevereiro), e a primeira coleta foi em uma estação seca (agosto). Segundo trabalho realizado por Tomazini et al (2008) evidenciaram que a riqueza e número de gêneros aumentou bem pouco entre a primeira (“estação seca”) e a segunda (“estação chuvosa”) época de coleta.

No estudo em oito diferentes sistemas de uso da terra conduzido no Mato Grosso do Sul, também foi verificado que na coleta da estação chuvosa, houve um aumento no número e na riqueza de gêneros por amostra (ANDRADE et al., 2004; HUANG et al., 2004).

Mondino et al (2009) estudaram as comunidades de nematoides sob diferentes sistemas de cultivo em agroecossistemas orgânicos, e realizaram diversas análises físicas, químicas e de carbono da biomassa microbiana do solo, verificando a influência que esses elementos exercem sobre a comunidade de nematoides, e concluíram que esses seres são muito sensíveis ao tipo de manejo adotado. Quanto mais diverso for o ambiente, com relação ao tipo de solo, fauna e flora, maior é a riqueza de nematoides, mesmo que a abundância seja pequena.

5.0 CONCLUSÕES

O manejo do solo e os tratamentos culturais realizados na área do experimento influenciaram no aumento da abundância e riqueza de gêneros de nematoides.

Os tratamentos *trichoderma* ssp. e nabo forrageiro contribuíram para o aumento de todos os grupos tróficos de nematoides, exceto dos micófagos.

A associação das culturas de cobertura crotalária e milho utilizadas isoladamente ou em associação ao *Trichoderma* ssp. auxiliaram na redução das populações de fitonematoides.

6.0 REFERÊNCIAS:

- ANDRADE, E.P., S.P. HUANG & C.H.B. MIRANDA (2004). Comunidade De Nematoides Em Oito Sistemas De Uso Da Terra Em Mato Grosso Do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, 29 (S): S186.
- AQUINO, N. C, R, M. **Plantas de Cobertura e Agentes de Biocontrole no Manejo de Nematoides na Cultura do Milho** / Nathan Camargo Ribeiro de Moura Aquino; Orientador: Fernando Godinho de Araújo. -- Urutaí, 2021. 28 p.
- BLOEMERS, G.F.M. Et Al. **The Effetes of Forest Disturbasse on Diversity of Tropical Soyl Nematodes**. Ecollogy, 1997.
- BONGERS, T. (1990). **The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition**. *Oecologia* 83: 14-19.
- BORGES, E. G.; BATTISTUS, A. G.; MÜLLER, M. A.; MIORANZA, T. M.; KUHN, O. J. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, supl. p.425-433, 2013.
- BRAY, J.R.; CURTIS, J.T. (1957) **Ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin**. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- CAIXETA, B. L. **Diversidade de Nematoides em Sistemas de uso do Solo nos Biomas de Mata Atlântica e Caatinga e Aspectos Taxonômicos e Filogenéticos da Família Telotylenchidae**, Brasília – DF. 2015.
- CAMARGO FILHO. P, W; CAMARGO. P, F. **Evolução da Produção e da Comercialização das Principais Hortaliças no Mundo e no Brasil, 1970 A 2015**. Informações Econômicas, SP, v. 47, Jul/set, 2017.
- CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil; ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Relatório **CENÁRIO HORTIFRUTI BRASIL 2018**. Disponível em:<https://abrafrutas.org/2018/10/relatorio-cenario-hortifruti-brasil-2018-mostra-que-geracao-de-empregos-e-destaque/>. Acesso em: 05/12/2021.
- CARES, J. H.; HUANG, S. P. (2000) Taxonomia atual de fitonematoides: chave sistemática simplificada para gêneros: parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 8: 185-223.
- CARES, J. H.; HUANG, S. P. (2001) Taxonomia de fitonematoides: chave sistemática simplificada para gêneros: parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 9: 177-235.
- CARES J.E.; HUANG, S.P. (2008) Soil Nematodes. In: Moreira, F.M.S. Huising, E.J. Bignell, D.E. (Eds.). **Sampling and Characterization of Below-ground Biodiversity**. London, Earthscan. p. 97-106.

CARES, J.E. Nematóides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26., 2006. Campos dos Goytacazes. **Anais ...Campos dos Goytacazes: SBN, 2006.**

CARES, J.E.; HUANG, S.P. 2008. **Comunidades de Nematoides de Solo sob Diferentes Sistemas na Amazônia e Cerrados Brasileiros.**

CARNEIRO DE LIMA DA SILVA, J. V., CLERICI HIRSCHFELD, M. N., CARES, J. E., & ESTEVES, A. M. (2020). **Land use, soil properties and climate variables influence the nematode communities in the Caatinga dry forest.** *APPLIED SOIL ECOLOGY*, 150.

DE LEY, P., MUNDO-OCAMPO, M., DE LEY, I.T.; MUNDO, L.; YODER, M.; BALDWIN, J.G. (2003) **Identification of Freelifving Nematodes (Secernentea).** University of California, Riverside, 61p.

EMBRAPA. **Artigo - Comercialização e consumo de hortaliças durante a pandemia do novo coronavírus.** Brasília -DF, Abril/2020.

EMBRAPA. Artigo - **Plantas de cobertura: O que é isto?**. Brasília – DF, Setembro/2017.EMBRAPA. **Árvore do conhecimento cenoura.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília – DF, 08/2012.

FIGUEIRA, F. A et al. Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum.** Agronomy Maringá, v. 33, n. 2, 2011.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, L. (2001) **Introdução à nematologia.** Viçosa, Brazil. Editora UFV.

FRECKMAN, D.; HUANG, S.P. Response of the soil nematode community in a shortgrass steppe to longterm and short-term grazing. *Applied Soil Ecology*, v.9, n.1/3, p.39-44, 1998.

FRECKMAN, D. W.; ETTEMA, C. H. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 45, n. 3/4, 1993.

GARRETT, H.E. and R.L. McGraw. 2000. **Alley cropping practices.** In **North American Agroforestry: An Integrated Sand Practice**, ed. H.E. Garrett, W.J. Rietveld and R.F. Fisher, 149–188. Madison, WI: American Society of Agronomy.

GARRITY, D, P. (2004) **Agroforestry and the Achievement of the Millennium Development Goals.** *Agroforestry Systems*, 61, 5-17.

GOMES, G. S.; HUANG, S. P.; CARES, J. E. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 258-266, 2003.

- GOULART, C, M, A. **Diversidade de nematóides em agroecossistemas e ecossistemas naturais** / Alexandre Moura Cintra Goulart. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.
- GOULART, A. M. C. **Diversidade de nematoides em áreas de vegetação nativa e cultivada em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 150 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agronomia “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- GOULART, A.M.C.; CARES, J.C.; FERRAZ, L.C.C.B. (2009) Ecologia e biodiversidade de nematoides – parte I. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 17: 149-188.
- GOULART, A.M.C. (2010) Ecologia e biodiversidade de nematoides – parte II. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 18: 220-275.
- HOLOVACHOV, O.; BOSTRÖM. (2010) **Identification of Plectida (Nematoda)**. Eumaine, Gent/Nematology, UC Riverside, 98 p.
- HOLOVACHOV, O. DE LEY, I.T.; MUNDO-OCAMPO, M.; DE LEY, P. (2009) **Identification of Cephaloboidea (Nematoda)**. Eumaine, Gent/Nematology, UC Riverside, 86 p.
- HUANG, S.P., E.P. ANDRADE & C.H.B. MIRANDA. 2004. Influência de práticas de manejo agrícola na diversidade de nematóides e maturidade do solo em oito sistemas de uso da terra. *Fitopatologia Brasileira*, 29 (S): S190.
- HUNTER JUNIOR, M.L. (1996). **Fundamentals of conservation biology**. Massachusetts, Blackwell Science, 497 p.
- INSERRA, R.N.; DUNN, R.A.; MCSORLEY, R.; LANGDON, K.R.; RICHMER, A.Y. Weed hosts of *Rotylenchulus reniformis* in ornamental nurseries of Southern Florida. *Nematology Circular*, Gainesville, n.171, 1989.
- INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. **Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematoides**. *Visão Agrícola*, Piracicaba, v.1, n.9, p. 112-116, 2009.
- INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; BELUTI, D.B.; MACHADO, A.C.Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v.30, n.1, p.39-44, 2006.
- JAIRAJPURI, M.S.; AHMAD, W. (1992) **Dorylaimida free-living predaceous and plant-parasitic nematodes**. New York, E.J. Brill, 458p.
- JENKINS W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692. 1964.

- MEYER, C. M. et al. **TRICHODERMA: USO NA AGRICULTURA**, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.
- MONDINO, E. A. et al. **Avaliação das comunidades de nematoides do solo em agroecossistemas orgânicos**. Actasciagron 31: 509-515, 2009.
- NAIR, P.K.R. **Soil Productivity Aspects of Agroforestry**. Science and Practice of Agroforestry No. 1. Nairobi: ICRAF, 94p. 1984.
- NAIR, P.K.R. et al. **Sequestro de carbono do solo em sistemas agroflorestais tropicais: uma avaliação de viabilidade**. Volume 12, edição 8, dezembro de 2009.
- NEILSON, R. Nematode ecology: a current perspective. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25., 2005. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBN, 2005.
- NILES, R. K.; FRECKMAN, D. W. **From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health**. In: BARTELS, J. M. (Ed.). Plant and nematode interactions. Madison: ASA: CSSA :SSSA, 1998.
- NORTON, D.C. (1978) Communities. In: Norton, D.C. **Ecology of Plant-parasitic nematodes**. Iowa, USA.
- OLIVEIRA, R.L.F. et al. **Crescimento Inicial de Eucalipto e Acácia, em Diferentes Arranjos de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Abr/Jun, 2015.
- PARAMONOV, A. A. (1976) Plant Parasite Nematodes: Practical Taxonomy. New Delhi, **National Scientific Documentation** Centre, v. 2.
- PERINA, J, F. et al. **Manejo de Fitonematoides na Cultura do Algodão**. EMBRAPA - Campina Grande – PB. Dezembro, 2015.
- PINHEIRO, J. B. **Ocorrência e manejo de nematoides em hortaliças**. Brasília - DF: Embrapa, 2012.
- RAVICHANDRA, N. G. (2014) **phytonematodes: threat to horticulture**. Horticultural nematology 2:5-16.
- RIGHI, A, C; BERNARDES, S, M. **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**. Piracicaba: Os autores, 2015. 108 p. : il. (Série Difusão, v. 1).
- RITZINGER, C.H.S.P.; MARILENE FANCELLI, M. Manejo integrado de nematóides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, 2006.
- ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R. **Reprodução de Meloidogyne javanica em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde**. Tropical Plant Pathology, v. 38, 2013.

- ROBYNSON, A.F; PERRY, R.N. Comportamento e percepção sensorial. **Plant nematology**, 2006. p 210-223.
- SANTOS, S. M. **Trichoderma spp: Uma Excelente Ferramenta no Manejo Fitossanitário**. Junho, 2020. Disponível em: ><https://maissoja.com.br/trichoderma-spp-uma-excelente-ferramenta-no-manejo-fitossanitario2/>.
- SEINHORST, J.W. 1959. **A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin**. *Nematologica* 8:29-32.
- STEFFEN, K, P. G. et al. **Trichoderma Controla Fitonematoides e Aumenta Produtividade da Soja**. Campo e Negócios. Março, 2018.
- SILVA, V. B. **Ácaros e nematoides edáficos no estado de São Paulo: diversidade e aplicações em programa de controle biológico**. Piracicaba, 2019. 55p.
- SINSABAUGH, R.L.; Carreiro, M.M.; Alvarez, S. **Enzymes and microbial dynamics of litter decomposition**. In: Burns, R.G.; Dick, R.P. (Eds.) *Enzymes in the environment – Activity, Ecology and Applications*, Dekker, New York, 2002.
- SOUZA. D, H, F. et al. **Trapoeraba: Problema para produção e comercialização de sementes de capim**. EMBRAPA – SP, 2004.
- TOMAZINI, M.D.; FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. **Abundância e diversidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola**. *Nematologia Brasileira*, v.32, n. 3, p. 185-193, 2008.
- VALOCKÁ, B.; SABOVÁ, M.; RENCO, M. **Soil and plant nematode communities of two types of ecosystems**. *Helminthologia*, v. 38, n. 2, p. 105-109, 2001.
- WANG K-H, SIPES B, SCHMITT D. (2001) **Suppression of Rotylenchulus reniformis by Crotalaria juncea, Brassica napus and Tagetes erecta**.
- WHITEHEAD, A. G. 1998. **Plant nematode control**. Wallingford, UK. CAB.
- WILLIAMS-GUILLÉN, K.; PERFECTO, I. VANDERMEER, J. 2008 **Bats limit insects in a Neotropical agroforest system**. *Science* 320: 70.
- YEATES, G.W.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R.G.M.; FRECKMAN, D.W.; GEORGIEVA, S.S. (1993) Feeding habits in nematode families – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.
- YEATES, G. W. Effects of plants on nematode community structure. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 37, p. 127-149, 1999.