



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL**

**MARIA JOSILENE DE OLIVEIRA SOUSA**

**SUBPRODUTOS ORGÂNICOS NO CONTROLE DE  
NEMATOIDES DE GALHAS EM TOMATEIRO**

**POMBAL-PB**

**2022**

**MARIA JOSILENE DE OLIVEIRA SOUSA**

**SUBPRODUTOS ORGÂNICOS NO CONTROLE DE  
NEMATOIDES DE GALHAS EM TOMATEIRO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Horticultura Tropical, linha de pesquisa: Práticas Culturais em Sistemas de Produção de Plantas Horticolas.

Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida

**POMBAL – PB**

**2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

S725s Sousa, Maria Josilene de Oliveira.

Subprodutos orgânicos no controle de nematoides de galhas em  
tomateiro / Maria Josilene de Oliveira Sousa. – Pombal, 2022.  
62 f.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade  
Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia  
Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida”.

Referências.

1. Cultura do tomateiro. 2. controle de nematoides - Método  
alternativo. 3. *Solanum lycopersicum*. 4. Extratos vegetais. 5.  
*Meloidogyne*. I. Almeida, Fernandes Antonio de. II. Título.

CDU 635.615(043)

MARIA JOSILENE DE OLIVEIRA SOUSA

**SUBPRODUTOS ORGÂNICOS NO CONTROLE DE NEMATOIDES DE  
GALHAS EM TOMATEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical para a obtenção de Mestre em Horticultura Tropical.

Aprovada em: 25/08/2022

BANCA EXAMINADORA:



---

Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida  
UAGRA/CCTA/UFCG



---

Examinador interno: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa  
UAGRA/CCTA/UFCG



---

Examinador externo: Prof. Dr. Weverson Lima Fonseca  
CTBJ/CPCE/UFPI

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho.

Aos meus pais, Maria do Socorro e Nicacio Francisco e toda minha família, que sempre me apoiaram e me encorajaram a concluir esse curso.

Ao meu namorado Samaniego Tayron, por todo carinho e por sempre me incentivar e acreditar no meu potencial.

Ao meu orientador Fernandes Antonio de Almeida, pela seriedade, competência e todo conhecimento compartilhado, no qual possibilitou a condução da minha pesquisa.

A Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, professores, funcionários e colegas, pela colaboração e oportunidade de realização do curso.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Muito obrigada!

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise físico-química dos subprodutos orgânicos empregados no controle de nematoides de galhas no tomateiro. Pombal, 2022.....	28
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância do parasitismo em raízes de tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de <i>Meloidogyne incognita</i> . Pombal-PB, 2022.....	32
<b>Tabela 3.</b> Número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR) após a aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de <i>Meloidogyne incognita</i> . Pombal-PB, 2022.....	33
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância das características agronômicas do tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de <i>Meloidogyne incognita</i> . Pombal-PB, 2022.....	35
<b>Tabela 5.</b> Altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR) e comprimento radicular (CR), do tomateiro em função da aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de <i>Meloidogyne incognita</i> . Pombal-PB, 2022.....	36
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância do parasitismo, Número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR), em raízes de tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de <i>Meloidogyne enterolobii</i> . Pombal-PB, 2022.....	38
<b>Tabela 7.</b> Número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR) em raízes de tomateiro, após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de <i>Meloidogyne enterolobii</i> . Pombal-PB, 2022.....	39
<b>Tabela 8.</b> Resumo da análise de variância das características agronômicas do tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de <i>Meloidogyne enterolobii</i> . Pombal-PB, 2022.....	42
<b>Tabela 9.</b> Altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR), comprimento radicular (CR) e volume radicular (VR), do tomateiro em função da aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de <i>Meloidogyne enterolobii</i> . Pombal-PB, 2022.....	43

## Sumário

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1 A CULTURA DO TOMATEIRO E SUA IMPORTÂNCIA SOCIOECÔNOMICA .....	10
2.2 NEMATOIDES DE GALHAS DO TOMATEIRO .....	134
2.2.1 <i>Meloidogyne enterolobii</i> .....	144
2.2.2 <i>Meloidogyne incognita</i> .....	166
2.3 MÉTODOS DE CONTROLE.....	177
2.3.1 Controle químico .....	177
2.3.2 Controle biológico.....	18
2.3.3 Controle alternativo .....	200
2.3.3.1 Extrato pirolenhoso .....	200
2.3.3.2 Extratos vegetais .....	211
2.3.3.3 Manipueira .....	233
2.3.3.4 Vinhaça .....	255
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>277</b>
3.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	277
3.2 OBTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS INÓCULOS .....	277
3.3 OBTENÇÃO DOS SUBPRODUTOS ORGÂNICOS .....	277
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	28
3.5 PARÂMETROS AVALIADOS.....	30
3.5.1 Características agronômicas .....	300
3.5.2 Características de parasitismo .....	301
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	311
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>322</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>455</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS.....</b>	<b>466</b>

## RESUMO

SOUSA, M. J. O. Subprodutos orgânicos no controle de nematoides de galhas em tomateiro. 2022. 62 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022<sup>1</sup>.

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) se destaca sobre as demais hortaliças, pela sua importância socioeconômica e elevado custo de produção, principalmente em função da alta susceptibilidade a pragas e doenças, como as meloidoginoses. Os métodos de manejo empregados apresentam limitações e riscos ambientais. O uso de subprodutos da agroindústria, vem se tornando uma alternativa promissora no controle de diversas doenças de plantas, por apresentarem compostos com efeitos inibitórios sobre patógenos, além de minimizar os impactos ambientais pelo uso indiscriminado de defensivos químicos. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de diferentes subprodutos orgânicos sobre o parasitismo de duas espécies de nematoides de galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. enterolobii* no tomateiro. Dois experimentos foram realizados em Casa de Vegetação da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG. Cada experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. O primeiro experimento contou com 11 tratamentos e 5 repetições, correspondentes aos subprodutos isolados e misturados entre si, diluídos a 50% com água: 1) Manipueira; 2) Vinhaça; 3) Extrato de agave; 4) Manipueira + vinhaça; 5) Manipueira + extrato de agave; 6) Manipueira + extrato pirolenhoso; 7) Vinhaça + extrato de agave; 8) Vinhaça + extrato pirolenhoso; 9) Extrato de agave + extrato pirolenhoso; 10) Água (testemunha positiva) e 11) químico (testemunha negativa). No segundo experimento, foram utilizados 12 tratamentos equivalente aos mesmos subprodutos, com adição do extrato pirolenhoso, isolados e misturados entre si, diluídos a 25% com água. Mudanças de tomateiros da cultivar Santa Cruz Kada Gigante, foram produzidas em bandejas de poliestireno. Após o quinto dia do transplantio, foram inoculadas separadamente com 5000 ovos/larvas de cada espécie dos nematoides. Após setenta e duas horas da inoculação, aplicou-se os tratamentos referentes aos subprodutos orgânicos. Passados sessenta dias após a inoculação, foram avaliadas o desenvolvimento vegetativo das plantas como: altura de planta, massa fresca de parte aérea, massa seca de parte aérea, massa fresca radicular e comprimento radicular. Foram estimados ainda: o número de galhas, massa de ovos, ovos na raiz, juvenis na raiz, juvenis no solo, nematoides por gramas de raiz e fator de reprodução. Os subprodutos expressaram diferentes reações no tomateiro quanto ao manejo do parasitismo para as duas espécies de nematoides. No primeiro experimento, os subprodutos aplicados para *M. incognita*, promoveram ganho para altura de planta (55%) com os tratamentos isolados (Manipueira, Vinhaça e Agave). A manipueira pura, proporcionou aumento para massa fresca de parte aérea (87,07%), massa seca de parte aérea (95,95%), bem como para massa fresca radicular (78,93%) e comprimento radícula (41,10%). Para o parasitismo, observou-se redução em todas as variáveis, independentemente dos tratamentos. O segundo experimento, com *M. enterolobii*, houve ganho significativo para as plantas. Os subprodutos foram eficientes, em todas as variáveis do parasitismo. A utilização dos subprodutos demonstra potencial biocida sobre os nematoides de galhas na cultura do tomateiro.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*. Extratos vegetais. *Meloidogyne*.

<sup>1</sup>Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida, CCTA/UFCG.

## ABSTRACT

SOUSA, M. J. O. Organic by-products in the control of root-knot nematodes in tomato plants. 2022. 62 p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2022.

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) stands out from other vegetables due to its socioeconomic importance and high production cost, mainly due to its high susceptibility to pests and diseases, such as meloidogynous diseases. The use of agro-industry by-products has become a promising alternative in the control of several plant diseases, as they present compounds with inhibitory effects on pathogens, in addition to minimizing environmental impacts through the indiscriminate use of chemical pesticides. Therefore, the aim of this study was to evaluate the potential of different organic by-products on the parasitism of two species of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* and *M. enterolobii* on tomato plant. Two experiments were carried out in a Vegetation House at the Federal University of Campina Grande – CCTA/UFCG. Two experiments were carried out in a Vegetation House at the Federal University of Campina Grande – CCTA/UFCG. Each experiment was conducted in a completely randomized design. The first experiment had 11 treatments and 5 replications, corresponding to isolated and mixed by-products, diluted at 50% with water: 1) Manipueira; 2) Vinasse; 3) Agave extract; 4) Manipueira + vinasse; 5) Manipueira + agave extract; 6) Manipueira + pyroligneous extract; 7) Vinasse + agave extract; 8) Vinasse + pyroligneous extract; 9) Agave extract + pyroligneous extract; 10) Water (positive witness) and 11) chemical (negative witness). In the second experiment, 12 treatments equivalent to the same by-products were used, with the addition of pyroligneous extract, isolated and mixed with each other, diluted to 25% with water. Tomato seedlings from the Santa Cruz Kada Gigante cultivating were produced in polystyrene trays. After the fifth day of transplanting, they were inoculated separately with 5000 eggs/larvae of each nematode species. Seventy-two hours after inoculation, treatments related to organic by-products were applied. Sixty days after inoculation, the vegetative development of the plants was evaluated as: plant height, shoot fresh mass, shoot dry mass, root fresh mass and root length. The following were also estimated: the number of galls, egg mass, eggs in the root, juveniles in the root, juveniles in the soil, and nematodes per grams of root and reproduction factor. The by-products expressed different reactions in the tomato plant regarding the management of parasitism for the two nematode species. In the first experiment, the by-products applied to *M. incognita* promoted a gain in plant height (55%) with the isolated treatments (Manipueira, Vinhaça and Agave). Pure manipueira provided an increase in shoot fresh mass (87.07%), shoot dry mass (95.95%), as well as for root fresh mass (78.93%) and radicle length (41.10 %). For parasitism, there was a reduction in all variables, regardless of treatments. The second experiment, with *M. enterolobii*, showed a significant gain for the plants. The by-products were efficient in all parasitism variables. The use of by-products demonstrates biocidal potential on root-knot nematodes in tomato plant.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*. Vegetable extracts. *Meloidogyne*.

<sup>1</sup>Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida, CCTA/UFCG.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de fruto que apresenta importância expressiva na economia em todo mundo. No Brasil a produção para safra 2021 foi estimada em um rendimento médio de 69.869 Kg/há (IBGE, 2021). Entre as regiões com maior destaque, o Sudeste e Centro-Oeste, são responsáveis pela maior produção, alcançando 1.851.962 e 1.092.445 toneladas, respectivamente (IBGE, 2020).

Os custos de produção da cultura do tomateiro são elevados, devido principalmente à alta susceptibilidade ao ataque de pragas e patógenos, favorecidos por condições climáticas, e conseqüentemente a necessidade de tratamentos culturais intensivos, mesmo quando utilizado material genético resistente, sendo esses um dos principais fatores limitantes na exploração da cultura no país (CARVALHO et al., 2016).

Dentre os inúmeros patógenos que ocasionam prejuízos à cultura do tomateiro, estão os fitonematóides que parasitam as raízes e causam danos ao sistema radicular das plantas levando a perdas significativas de produção em todas as áreas (INCAPER, 2010). No Brasil, as espécies que causam maiores danos a cultura do tomateiro são *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. hapla* (PEREIRA-CARVALHO et al., 2014). Atualmente, *M. enterolobii*, vem sendo apontado também como praga no tomateiro (PINHEIRO, 2017).

As técnicas de manejo empregadas aos fitonematóides nem sempre são eficientes. Dessa forma, se faz necessário a interação dos métodos como: rotação de culturas, cultivares resistentes, controle físico e a utilização de defensivos químicos e/ou biológicos (FERRAZ; BROWN, 2016). Contudo, entre os métodos mais utilizados, o manejo químico é considerado o mais aceito em todas as áreas de produção, por de fácil aquisição e aplicação (SIKANDAR et al., 2020). No entanto, os defensivos vêm perdendo espaço no mercado ao longo dos anos, consequência dos efeitos negativos aos ecossistemas, pela capacidade de persistência no solo levando a contaminação de toda cadeia produtiva (MICHEREFF; BARROS, 2001).

A agricultura vem passando por transformações, devido à pressão da sociedade, com as técnicas de manejo a pragas e patógenos, impulsionando a utilização de produtos alternativos, a exemplo de princípios ativos extraídos de plantas (MOREIRA et al., 2015) ou subprodutos orgânicos, como por exemplo: vinhaça e manipueira, com potencial

biocida a diferentes patógenos, inclusive os fitonematoídeos, sem causar riscos ao meio ambiente (PEDROSA et al., 2005).

Subprodutos orgânicos vêm ganhando notoriedade na agricultura, como os compostos presentes na manipueira, onde tem sido observado a potencialidade do resíduo com ação antimicrobiana e como adubo orgânico (RIBAS et al., 2010). Os cianetos presentes na manipueira respondem pela ação inseticida e nematicida, enquanto o enxofre garante a ação fungicida e acaricida (PONTE, 2001). Além do controle do nematoídeo a manipueira, também estimula o surgimento de brotações em túberas de inhame (ALMEIDA et al., 2007).

A utilização da vinhaça e do extrato de agave a nível de manejo fitossanitário em pesquisas, ainda são limitadas. Pedrosa et al. (2005), obtiveram redução de nematoídeos em cana-de-açúcar, Cibis et al. (2006), observaram inibição do crescimento bacteriano e Voll et al. (2004), destacaram o efeito alelopático sobre espécies de plantas daninhas. São alguns resultados de eficiência que apontam a riqueza desses subprodutos orgânicos.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa constituiu em testar a potencialidade de subprodutos orgânicos no controle de nematoídeos de galhas em plantas de tomate como método alternativo, que possam proporcionar a máxima eficiência de controle de nematoídeos, bem como menor impacto ambiental e maior viabilidade econômica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do tomateiro e sua importância socioeconômica

O tomate, denominado cientificamente como *Solanum lycopersicum* é classificado como uma hortaliça fruto dicotiledônea pertencente à família Solanaceae que constitui a ordem das Tubiflorae. Dentre as espécies de tomateiro, somente a espécie *S. lycopersicum* é cultivada, sendo consideradas as demais como silvestres (ALVARENGA, 2013). É uma planta autógama, apresentando grande diversidade morfológica, mas baixa diversidade genética, quando comparada com outras espécies pertencentes ao gênero. Apesar de ser uma planta de ciclo produtivo perene, seu cultivo é anual, seu ciclo varia de quatro a sete meses, dependendo da variedade (BECKER et al., 2016).

A cultura apresenta sistema radicular do tipo pivotante, profundo, podendo atingir uma profundidade de um metro e meio. Seu caule é flexível, suculento, piloso e ramificado, podendo desenvolver-se de diferentes formas de acordo com os tratamentos culturais empregados. A espécie apresenta dois hábitos de crescimento, podendo ser determinado ou indeterminado (ALVARENGA, 2013). As cultivares com hábito de crescimento indeterminado, geralmente com finalidade para mesa, enquanto os de hábito determinado são característicos de cultivares destinadas ao processamento industrial (FILGUEIRA, 2008).

As folhas do tomate são compostas, com filotaxia alterna, e caracterizam-se por um grande folíolo terminal apresentando de seis a oito folíolos laterais, que comumente são recompostos. A epiderme das folhas apresenta tricomas, no qual desempenha papel na proteção do limbo foliar contra insetos, que possam vir causar danos (ALVARENGA, 2013). Suas flores são hermafroditas, apresentando flores femininas e masculinas na mesma planta. Contêm sépalas verdes e pétalas de cor amarela, são pequenas e agrupadas em racemos ou cachos. A floração e a frutificação se sucedem de forma simultânea com o desenvolvimento vegetativo (NICK; BORÉM, 2016).

O fruto constitui-se em baga carnosa, suculenta, com tamanho, formato e peso variável, podendo conter de 25 g até 400 g, dispostas em seu interior divisões em lóculos conforme a cultivar. Suas sementes são pequenas, pilosas, com coloração marrom-clara, e envolvidas por mucilagem placentária. Geralmente os frutos apresentam coloração verde no início do seu desenvolvimento e coloração vermelho vivo quando atingem a

maturidade, essa pigmentação vermelha é devido a presença de uma substância com propriedades anticancerígena conhecida como licopeno (FILGUEIRA, 2008).

Segundo Alvarenga (2013), a cultura apresenta grande diversidade, estando dividida em cinco grupos, sendo eles, Santa cruz, Caqui ou Salada, Cereja, Saladinha e Italiano ou Saladete, no qual foram classificados de acordo com suas diferentes formas, quanto ao seu crescimento, formato, coloração e tamanho dos frutos, morfologia do sistema radicular, arquitetura da parte aérea, características agronômicas e etc.

O tomate originou-se na América do Sul, mais precisamente, na região andina (Peru, Bolívia e Chile), sendo domesticado na América Central, especificamente no México, conseqüentemente o país tornou-se o centro secundário da cultura. A princípio o tomate foi cultivado e domesticado por índios mexicanos. A partir do México teria se expandido para outras partes do mundo através dos europeus em meados do século XVI. Inicialmente os europeus cultivaram o tomate como planta ornamental e afrodisíaca, passando a ser utilizada na alimentação somente no século XVIII por italianos (ALVARENGA, 2013).

No Brasil, sua introdução ocorreu no final do século XIX através de imigrantes italianos, espanhóis e portugueses, tornando-se uma das hortaliças mais produzida do país, superada apenas pela batata. Contudo, sua difusão e comercialização ocorreu somente por volta de 1930 após a primeira guerra mundial (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2017). Porém, somente em 1940 ocorreu o marco inicial da trajetória de sucesso do cultivo de tomate, após o surgimento do tomate Santa Cruz (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro é cultivado praticamente no mundo inteiro, e sua produção global dobrou nos últimos anos, seja em cultivo protegido, hidroponia ou em campo. Dentre os principais fatores que elevaram a expansão dessa cultura está o aumento do consumo e a melhoria de técnicas de produção (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

A maior parte da produção do tomate é realizado em pequenas áreas, como atividade da agricultura familiar, destinando o produto principalmente ao consumo *in natura*. O principal tomate de mesa comercializado no Brasil, é a variedade Salada Longa Vida, seguido pelo tomate Cereja ou mini tomate e o Italiano (CONAB, 2019).

Atualmente a China representa o maior produtor mundial de tomate, com produção de 52, 5 milhões de toneladas em 2019, representando cerca de 31% da produção total, é seguida pela Índia, com 11% e Estados Unidos que produz 8% do volume mundial. O Brasil ocupa a nona posição com percentual de produção mundial de

2,5%, onde são plantados anualmente em torno de 64,4 mil hectares de tomateiros (IBGE, 2019).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Brasil produziu cerca de 3.928.480 toneladas de fruto na safra 2020, no qual as regiões Sudeste e Centro-Oeste destacam-se como principais regiões produtoras no país, com área plantada de 24.871 e 12.809 hectares de tomateiros respectivamente, somando 67% da área nacional.

O Estado do Goiás alcançou 93.752 toneladas por hectare, destinando-se a produção para processamento industrial, seguido dos Estados de São Paulo (78.327 toneladas), Distrito Federal (76.477 toneladas), Minas Gerais (74.912 toneladas) e Ceará (70.384 toneladas) com mais de 77% da produção destinado ao seu consumo *in natura*, e o restante utilizado para a indústria, principalmente no processamento de polpa (IBGE, 2020).

A tomaticultura expressa grande importância socioeconômica (CONAB, 2019), tanto no âmbito de comercialização de alimentos, quanto na geração de postos de trabalho, possibilitando a sobrevivência de muitas pessoas que vivem da atividade agrícola, evitando desempregos e êxodo rural para determinados municípios. Estima-se que a atividade olerícola gere mais de 2,8 milhões de empregos, sendo o tomate, batata, cebola e melancia as hortaliças que mais geram postos de trabalho, alcançando uma média superior de 2,4 trabalhadores/ha (PUIATTI, 2019).

Diversos fatores podem dificultar ou comprometer o sucesso do cultivo do tomateiro e causar prejuízos econômicos, destacando os fatores ambientais. Apesar do tomateiro ao longo do tempo ter recebido intenso melhoramento genético para adaptabilidade a diferentes condições climáticas, o clima ameno e seco, são considerados ideais para seu desenvolvimento da cultura (FILHO et al., 2018).

A temperatura exerce profundo efeito sobre as plantas, no qual necessitam de condições ideais para crescerem e se desenvolverem sendo a temperatura média ideal em torno de 21°C durante o período de cultivo. Por ser uma planta que apresenta alto potencial produtivo e o fruto ser composto por mais de 90% de água, o grau de necessidade hídrica da cultura é elevado, a faixa ótima de disponibilidade hídrica deve ser mantido em torno de 60% a 79% da capacidade de campo (FILHO et al., 2018).

Outro fator limitante é a umidade relativa (UR) considerado importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas, por influenciar fortemente sobre a transpiração. A queda da umidade relativa provoca o aumento da transpiração, enquanto

a alta UR causa efeito oposto. Elevada umidade relativa, embora favoreça à economia de água, pode implicar efeito negativo no cultivo, por propiciar o aumento na incidência de doenças ocasionadas por fungos e bactérias (PUIATTI, 2019).

Além dos desafios abióticos, a cultura do tomateiro dispõe de um elevado número de doenças, que podem ser provocadas por diversos patógenos, no qual se não forem manejadas de forma adequada dificulta o cultivo dessa olerícola e promove perdas expressivas (TALAMINO; NUNES, 2018). Destacando-se as doenças causadas por bactérias, fungos, vírus (QUEZADO-DUVAL; LOURENÇO JUNIOR, 2018) e nematoides (nematoides das galhas) (PINHEIRO et al., 2019).

As doenças bacterianas consideradas importantes e com grandes incidências na cultura do tomateiro são: mancha bacteriana (*Xanthomonas gardneri*), doença que pode comprometer folhas, caule e frutos, sendo favorecida principalmente por temperatura e umidade elevadas; e pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae*), doença que ocasiona danos em todas as partes da planta, desde folhas, caule, frutos e sementes, no qual podem disseminar a doença a longas distâncias (LOPES, 2000).

Quanto as doenças fúngicas, uma das mais frequentes em cultivo de tomate é a requeima ou mela (*Phytophthora infestans*) sendo considerada uma das doenças mais temidas pelos tomaticultores, devido não existir no mercado cultivares resiste à doença. Outra doença frequente no tomateiro provocada por fungos é a septoriose (*Septoria lycopersici*), ocorrendo em todas as regiões do Brasil e apresentando elevado potencial destrutivo nas plantas, interferindo diretamente na fotossíntese reduzindo a produtividade (LOPES, 2005).

Já as doenças viróticas, o vira-cabeça é considerada uma doença generalizada, com ocorrência em todas as regiões produtoras do tomate, apresentando quatro espécies do gênero com maior ocorrência: TSWV, TCSV, GRSV e CSNV. Além dessas doenças, a também os nematoides de galhas pertencentes ao gênero *Meloydogyne* que são doenças que provocam maiores perdas à tomaticultura no Brasil, sendo as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* as mais comuns no país (LOPES, 2005).

## 2.2 Nematoides de galhas do tomateiro

Os nematoides fitoparasitas são organismos que atacam o sistema radicular das plantas, provocando danos e diminuição da produtividade de diversas culturas, dentre elas se destaca o tomateiro como uma das culturas de maior importância econômica, sendo

quase todas as variedades cultivadas susceptíveis, sofrendo elevadas perdas, podendo atingir prejuízos em torno de 30% a 80% (CHARCHAR; ARAGÃO, 2005).

Estima-se que a média global para perdas do rendimento de hortaliças é de 11% ao ano (RAO et al., 2016). De acordo com Cares e Lopes (2018), as exportações de produtos agrícolas são limitadas pelas restrições de natureza quarentenária que ocorrem a determinadas espécies de fitonematoides com grande frequência. Geralmente os prejuízos são subestimados em razão dos sintomas causados pelos nematoides serem frequentemente inespecíficos.

Nas culturas tropicais e subtropicais os nematoides causam prejuízos econômicos expressivos, em torno de 14,6% da produção total, ocasionando anualmente danos calculados em US\$ 173 bilhões em todo mundo, ocasionando conseqüentemente impactos expressivos na alimentação da população mundial (ELLING, 2013). No Brasil, cerca de 35 bilhões de reais são registrados com perdas na agricultura provocadas pelos nematoides (MACHADO, 2015).

Pinheiro et al. (2014), destacaram os efeitos causados pelos nematoides das galhas na cultura do tomateiro, no qual o parasitismo influenciou de forma direta ou indiretamente no rendimento das plantas, uma vez que o sistema radicular é danificado, o vigor e a altura das plantas são reduzidos, colocando as plantas infectadas em desvantagem em relação às plantas sadias na disputa por água, luz e nutrientes.

### 2.2.1 *Meloidogyne enterolobii*

A espécie *M. enterolobii* foi relatada na China parasitando raízes de plantas conhecida como orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* Vell.). Estudos realizados posteriormente confirmaram que *M. enterolobii* e *M. mayaguensis* que atacavam raízes de *Solanum melongena* se tratavam da mesma espécie. Há registros de danos provocados por *M. enterolobii*, desde 1991 em vegetais provenientes da América do Sul, África e Suíça (ROSA et al., 2015), sendo a Ásia seu possível centro de origem (FREITAS et al., 2016).

No Brasil, a espécie foi relatada pela primeira vez nos Estados do Pernambuco (Petrolina) e Bahia (Curaçá e Maniçoba) em 2001, causando prejuízos em plantios comerciais de goiabeira (*Psidium guajava* L.) (SILVA et al., 2017). Porém, na época a espécie foi identificada como *M. mayaguensis*, (CARNEIRO et al., 2001), e somente após

estudos morfológicos, gama de hospedeiros, fenótipos para as enzimas EST e MDH e sequências do mtDNA, concluiu-se que a espécie é considerada sinônimo de *M. enterolobii* (XU et al., 2004).

Nos últimos anos, a espécie *M. enterolobii*, descrita como emergente passou a ser considerada uma das mais importante e destrutiva do gênero *Meloidogyne*, que ocasionam perdas principalmente nas regiões tropicais (SILVA et al., 2017), em razão da sua crescente disseminação e capacidade de quebrar os mecanismos de resistência de diversas plantas hospedeiras (BRITO et al., 2020).

Além disso, a ocorrência de *M. enterolobii* se sucedeu em quarentenas de culturas cultivadas em vários países, em razão à sua virulência e agressividade (SANTOS et al., 2019). Posteriormente se disseminou em todo país, causando perdas em frutas, plantas perenes e hortaliças, destacando o tomate, pimentão, alface, pimenta e pepino (FREITAS et al., 2016).

A espécie apresenta alta agressividade, além de quebrar a resistência de vários genótipos de pimentão e tomateiro, sendo portadores do gene Mi que atribuem resistência às espécies *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica* (CANTU et al., 2009). Já na cultura da alface, desenvolve sintomas como nanismo, além da redução no número de folhas e coloração amarelada, cabeças de alface menores, mais leves e com folhas espaçadas (CHAVES, 2017).

As fêmeas produzem uma massa gelatinosa que dependendo das condições ambientais e do hospedeiro suscetível, chega a conter aproximadamente 1000 ovos. Os nematoides após a deposição dos ovos no solo, permanecem viáveis como estrutura de resistência até que estabeleça uma condição ótima de ambiente e hospedeiro (PINHEIRO, 2017).

Essa espécie de nematoide, ataca todo o sistema radicular das plantas parasitadas, desde as radículas até a raiz pivotante que se apresenta mais lignificada e com profundidade em torno de 50 cm. Segundo Souza (2018), se trata de uma doença complexa, que provoca podridão das raízes infectadas de forma progressiva, além de elevar a sensibilidade da cultura a estresses ambientais. De acordo com Santos (2020) os nematoides são responsáveis por perdas estimadas a 400 milhões de reais, identificado em todo o território nacional.

Para reduzir populações desse fitopatógeno, práticas culturais e produtos químicos têm sido utilizados, porém, nem sempre possibilitam eficiência na eliminação, que ocorre a longo prazo e custos economicamente inviáveis (SANTOS, 2020). Além disso, a

indisponibilidade no mercado de alguns nematicidas químicos e a dificuldade na descoberta e desenvolvimento de novos princípios ativos efetivos, restringe as alternativas de produtos disponíveis para os agricultores (SILVA et al., 2017).

### 2.2.2 *Meloidogyne incognita*

Pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, o *M. incognita* é tido como uma das espécies mais relevante, que pode causar prejuízos econômicos significativos no mundo, sendo considerado o mais polífago e com parasitismo mais evoluído quando comparados com outros fitonematoides, além disso, apresenta difícil controle (CEPULITÉ et al., 2018). Representando assim, uma ameaça à produção agrícola (KHAN et al., 2017; CEPULITÉ et al., 2018).

*M. incognita* é um fitoparasita que apresenta ampla distribuição geográfica, sendo difundida em vários continentes, como América do Norte, América Central, Ásia, África, Europa e Austrália, dispondo de vasta gama de plantas hospedeiras, incluindo diversas espécies cultivadas, desde frutíferas a olerícolas, causando perdas econômicas expressivas, no qual podem ser disseminados através de tratos culturais, material propagativo contaminado e água das chuvas e de irrigação (FERRAZ; BROWN, 2016).

O ciclo de vida de *M. incognita*, relativamente curto, em média 28 dias e temperatura oscilando de 28 a 30 °C. O processo de alimentação em plantas parasitadas se dá através de ingestões de secreções, produzidas por glândulas esofagianas. Após estabelecer a infecção, liberam enzimas necessárias para formação de células gigantes, chamadas galhas radiculares, que causam perdas severas na planta hospedeira, no qual permanecem nesse local até completar seu ciclo de vida (VIDAL et al., 2019).

Essa singularidade resulta da habilidade desse nematoide em manter relação íntima com a planta infectada. Para estabelecerem o parasitismo, provocam alterações fisiológicas, morfológicas e moleculares atendendo suas necessidades de desenvolvimento e reprodução (MARINI et al., 2016). Fatores como umidade, temperatura, susceptibilidade da planta parasitada, entre outros, influenciam na duração ou redução do ciclo biológico.

Plantas contaminadas por este fitopatógeno tornam-se mais sensíveis a alteração de fatores ambientais, como o calor, o frio, a seca e aos ataques de pragas e outros patógenos (FERRAZ; BROWN, 2016). *M. incognita* conseguem completar de quatro a cinco gerações e atingir níveis populacionais elevados, comprometendo culturas anuais,

como feijão, soja, algodão, tomateiro, dentre outras culturas de diferentes ciclos. Em condições adversas como temperaturas muito baixas, ausência de hospedeiros, dessecação do solo e etc., podem provocar prolongamento do ciclo, quando não induzir estratégias de sobrevivência, comumente não ocorre no Brasil. (FERRAZ; BROWN, 2016).

Nas culturas infectadas os sintomas mais comuns são “reboleiras”, plantas com crescimento reduzido, exibindo muitas folhas com clorose conhecidas como “carijó” (FERRAZ; BROWN, 2016). Estratégia de controle mais usual atualmente é aplicação de produtos químicos, que em sua maioria possuem elevada toxicidade para o ser humano, animais e meio ambiente.

Sendo assim, é crescente a busca por métodos alternativos que apresentem eficiência no manejo para diferentes patógenos, sem promover prejuízos ao ambiente e principalmente, aos consumidores.

## 2.3 Métodos de controle

### 2.3.1 Controle químico

Para a cultura do tomate, há em torno de 157 princípios ativos de agrotóxicos com finalidade acaricidas, fungicidas, nematicidas, inseticidas e bactericidas registrados em 2020 pelo Ministério da Agricultura (MAPA) alcançando 1143 formulações comerciais. Apesar de mais de 19% dos agrotóxicos formulados para a cultura são considerados como extremamente tóxicos ocupando a classe I a moderadamente perigosos (classe III), 69,6% são classificados como fortemente tóxicos (classe I) a muito perigosos para o meio ambiente (classe II) (MAPA, 2020; MMA, 2020).

O controle químico é uma das medidas mais usual quando se pretende controlar populações de nematoides, pelo efeito de contato e ação preventiva que confere tolerância a planta ao ataque dos nematoides, além da simplicidade de aplicação dos produtos, sejam eles aplicados no sulco de plantio ou no tratamento via sementes. No manejo de fitonematoídes, espera-se que o método adotado tenha alta eficácia e atue em pouco tempo após a aplicação. O controle que melhor se adequa é o controle químico, no entanto o gargalo desse método é a falta de nematicidas registrados para determinadas culturas (PINHEIRO et al., 2020).

Schwamborn et al. (2020), realizaram pesquisas sobre os resíduos deixados pelos agrotóxicos no meio ambiente e possíveis doenças que desencadearam devido ao uso

indiscriminado desses produtos químicos, constataram 72 localidades do Estado do Pará contaminadas com a presença de resíduos de agrotóxico em água e sedimentos, atingindo 100% em barragens e 60% para poços e igarapés.

Além disso, há contaminação de agricultores, onde foram registrados 19% que desenvolveram problemas de saúde, com doenças crônicas (asma, bronquite, dores de cabeça aguda e até o câncer) possivelmente relacionado ao uso desses produtos (SCHWAMBORN et al., 2020).

Controles alternativos no manejo fitossanitário em substituição ao uso convencional devem ser aprovados, visando a utilização segura, sustentável e econômica com eficiência comprovada no manejo de pragas e doenças, sem afetar o homem, animais, e o meio ambiente, além da introdução de estratégias que mantenham o dano provocado pelas pragas ou patógenos inferior do limiar de dano econômico, e diminuam a utilização de agrotóxico e a resistência de alguns microrganismos (LIMA JUNIOR, 2019).

### 2.3.2 Controle biológico

O controle biológico se destaca como medida alternativa ao uso excessivo de produtos químicos, que vem crescendo no mercado, sendo sua efetividade em função da especificidade existente entre o patógeno com todas as culturas agrícolas. A aplicação desta prática de controle cresce anualmente cerca de 10% a 15% (LOBO, 2016).

É um campo de conhecimento promissor de ordem multidisciplinar (GARCIA et al., 2016), promovendo a produtividade pela absorção de nutrientes, além da tolerância a fatores bióticos e abióticos, reduzindo os efeitos causados pelos nematoides (MARRO et al., 2014).

Na Inglaterra, o interesse pelo método do controle biológico de nematoides evoluiu após a confirmação de pesquisas realizadas com fungos endoparasitos que controlavam populações de diversas espécies, entre elas a *Heterodera avenae* e espécies pertencentes ao gênero *Meloidogyne* spp. estudadas pelo pesquisador Lodhe, ainda no século XIX (JATALA et al., 1981).

O Brasil é o quarto país no ranking de produção de produtos biológicos, sendo o país mais promissor nesse seguimento, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, Espanha e Itália. A produção nacional de produtos biológicos atingiu um ganho superior a 70%, ultrapassando o crescimento do mercado global, que alcançou em torno de 17% (MAPA,

2020). Mais de 200 diferentes organismos são apontados como inimigos naturais dos fitonematoides, parasitando-o (CARNEIRO et al., 2020).

Alcântara e Azevedo (1981) foram os primeiros a registrar informações sobre o controle biológico de fitonematoides no Brasil, sendo os fungos nematófagos, os mais promissores, tanto pela capacidade saprofítica, quanto pelo fácil desenvolvimento *in vitro*, o que simplifica seu cultivo em quantidades elevadas para formulações à base de estruturas fúngicas com finalidade de produção de produtos comerciais (MACHADO et al., 2016).

Os fungos se destacam como principais agentes potenciais para uso no controle biológico, seguidos das bactérias. Geralmente os organismos nematófagos parasitam desde os ovos, juvenis, adultos ou cistos, além de produzir substâncias tóxicas aos nematoides (CARNEIRO et al., 2020).

Dos produtos biológicos comerciais registrados para nematoides, cerca de 80% são à base de bactérias, e o restante à base de fungos, utilizando até o momento as espécies *Pochonia chlamydosporia* e *Purpureocillium lilacinum*, apresentando resultados promissores como nematicidas microbiológicos no mercado (CARNEIRO et al., 2020).

Pesquisas realizadas por Dallemole-Giaretta et al. (2014), registrou que o fungo *Pochonia chlamydosporia* reduziu o número de galhas e de ovos de nematoides da espécie *Meloidogyne javanica*, atingindo uma redução de até 79,64%. Estudos desenvolvidos com a espécie fúngica *Purpureocillium lilacinum* também foi comprovada sua eficiência no controle *M. javanica*, apresentando taxas de mortalidade de juvenis de segundo estágio (TAZI et al., 2020).

Para o controle dos nematoides o método biológico fica cada vez mais eminente, apresentando excelente desempenho e não contaminação ambiental, neste sentido, Amaral et al. (2018) estudando métodos de controle biológicos constataram que o gênero *Trichoderma* é um dos principais agentes biológicos, agindo por meio de mecanismos parasitários, realizados pelos efeitos de metabólitos secundários que são lançados na rizosfera.

Já Santos et al. (2019), realizaram diversas pesquisas para comprovar o efeito de produtos biológicos no manejo de nematoides, estudando diferentes espécies fúngicas como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Paecilomyces lilacinus*, avaliados para controle da doença na cultura da soja, e todos se procederam de forma protetora retardando ou inviabilizando o parasitismo provocados pelos nematoides sobre o sistema radicular das plantas.

O uso do controle biológico pode ser uma forma preventiva e alternativa, ampliando a quantidade e eficácia dos microrganismos. Porém, os estudos do habitat e a forma de predação dos inimigos naturais são de grande importância, para que o controle biológico seja de fato efetivo em sua difusão (VENZON, 2016). Desse modo, o manejo biológico alternativo observa as inter-relações dos ciclos naturais, procurando consolidar a sustentabilidade do meio (OLIVEIRA et al., 2019).

### 2.3.3 Controle alternativo

#### 2.3.3.1 Extrato pirolenhoso

O extrato pirolenhoso também chamado de ácido pirolenhoso ou licor pirolenhoso, é um líquido de coloração amarelo à marrom avermelhado, com odor amadeirado, adquirido através do processo de condensação da fumaça resultante da combustão da madeira de diferentes espécies, como bambu, eucalipto e pinho na produção do carvão vegetal. Originário do Japão, o extrato pirolenhoso é composto por mais de 200 substâncias dentre elas o ácido acético, fenóis, alcoóis, derivados de lignina e cetonas, podendo ocorrer variação na composição de acordo com a espécie vegetal empregada (WU et al., 2015).

Registros da utilização do extrato pirolenhoso é antigo, sendo usado principalmente na indústria têxtil e no processo de conservação de alimentos desde o século XVII, já na agricultura seu uso ganhou força somente no século XX (CAMPOS et al., 2020). Antes de chegar ao Brasil, o ácido pirolenhoso já era utilizado pelos ingleses e chineses no tratamento de doenças. Nessa época as potencialidades do produto não eram conhecidas, principalmente no seu uso na agricultura, passando a ser popularizado pelos agricultores somente após Segunda Guerra mundial (LOURENÇO et al., 2021).

Apesar da popularização do uso do extrato, a escassez de informações ou uso indiscriminado do ácido pirolenhoso ainda é considerável, podendo provocar mais danos do que benefícios, sendo de grande relevância trabalhos que apresente resultados e confiabilidade (LOURENÇO et al., 2021).

Estudos realizados por Schnitzer et al. (2015) e Oramahi et al. (2018), constataram os diferentes usos do extrato pirolenhoso podendo ser utilizado como, indutor de crescimento radicular das plantas, bioestimulante vegetal, fungicida, adubo orgânico, entre outros.

Além de ser usado como potencializador de produtos fitossanitários, esterilizante, desinfectante de ambiente (WU et al., 2015), efeito bactericida (CHIAMENTI, et al., 2016) e ação antimicrobica, obtendo extrato pirolenhoso a partir da carbonização de plantas coníferas combinadas (SURESH et al., 2019).

Campos et al. (2020), desenvolveram pesquisas com extrato pirolenhoso no qual se apresentou como um produto eficiente permitindo que as plantas ficassem mais vigorosas, interferindo também na resistência sistêmica das mesmas. O extrato pirolenhoso quando aplicado sob a forma de pulverização nas plantas é facilmente absorvido devido aos seus muitos compostos naturais presentes no extrato. Além disso, estimula inúmeras reações metabólicas, agindo no metabolismo secundário resultando melhorias no controle de pragas e doenças (MAHMUD et al., 2016; GREWAL et al., 2018).

#### 2.3.3.2 Extratos vegetais

Os agrotóxicos utilizados no controle de patógenos são realizados muitas vezes de forma inadequada e abusiva, usando doses e número de aplicações superiores que os indicados e em culturas para as quais o produto não é registrado, causando risco a saúde dos humanos, de animais e danos ambientais severos. Dentre os inúmeros problemas que o uso excessivo de agroquímicos pode provocar, destaca-se a resistência de patógenos a determinados princípios ativos dos produtos fitossanitários, o que pode torna-se numa epidemia por microrganismos mais virulentos e redução da microflora (NEVES et al., 2020).

Como forma alternativa ao uso de agrotóxicos, algumas plantas vêm sendo estudadas a fim de avaliar seu potencial no controle de patógenos que são responsáveis por doenças em plantas. Extratos vegetais, caldas, subprodutos industriais e óleos essenciais estão sendo pesquisados e selecionados, de acordo com resultados obtidos para formulações de produtos naturais promissores eficientes no controle de alguns patógenos, podendo atuar de forma direta ou indireta (NEVES et al., 2020).

Nos últimos anos, tem-se observado um elevado número de espécies de plantas descritas como fontes importantes de grande variedade de extratos vegetais, óleos e compostos que apresentam atividades fungicidas, inseticidas bactericidas e nematocidas (ROCHA et al., 2017; TIKU, 2018). A busca pela redução da utilização de produtos

químicos tem intensificado os estudos sobre o uso de extratos vegetais tanto no Brasil quanto no mundo (KUHN et al., 2015; MARTINS; SANTOS, 2016).

Os extratos vegetais vêm sendo empregados a partir dos efeitos positivos comprovados no manejo de pragas e doenças. Isso se deve, especialmente, à efetividade de seus compostos, que causa poucas contaminações ao meio ambiente (LEAL et al., 2016). Domingues et al. (2020), estudaram a ação de extratos de tuia, aroeira, gergelim e guaco no controle de *Rhizoctonia* sp. verificaram que os extratos de tuia e guaco proporcionaram inibição no desenvolvimento do fungo, confirmando a atividade fungicida desses extratos.

Sousa et al. (2019), avaliando a composição de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), constataram que a mesma apresenta atividade nematicida contra ovos e larvas (J2) da espécie *Meloidogyne incognita*. Nas larvas os exsudatos proteicos da moringa causaram efeito nematostático, atingindo 100% de mortalidade ou motilidade, já nos ovos, provocou perda de conteúdo interno, rachadura e invaginações.

Análise dos compostos presentes na moringa revelaram a presença de diversas classes de proteínas, como quitinases,  $\beta$ -glucanases, cisteínas, proteases e serínicas. Estudos desenvolvidos por Kobayashi e Amaral (2018), observaram que extratos da espécie cambará açú (*Vernonia polyanthes*) conhecida como assa-peixe e aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) obteve eficiência no controle da pinta-preta na cultura do tomate, causada pelo fungo *alternaria solani*.

Extrato de trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.) no controle da mancha marrom em citrus, provocada por *alternaria alternata* (TRIACA et al., 2018); extrato de arnica (*Chromolaena odorata* L.) no controle da *Pyricularia grisea* que causa a doença brusone em arroz (TUN et al., 2018), os resultados desses trabalhos apresentaram efeitos promissores sobre todos os patógenos testados.

Vieira Júnior et al. (2017), obtiveram extrato aquoso de pimenta (*Capsicum* spp.) como objeto de pesquisa, para o controle de diferentes fitopatógenos, em que o extrato foi capaz de controlar todos os patógenos estudados, mostrando que a diversidade de substâncias presentes nas plantas com poder bioativo sendo possível alternativa no manejo de fungos fitopatogênicos.

O *Agave sisalana* também conhecida como sisal, é uma planta perene originária do México que dispõe de um amplo campo de utilização, tendo seu uso destinado principalmente para fabricação de cordas, fio e barbantes. É uma planta herbácea

monocotiledônea, que expressa grande importância econômica principalmente para a região Nordeste do Brasil (ALVARENGA JÚNIOR, 2012).

Seus derivados podem ser empregados para diversos fins, desde a agricultura até a indústria, devido à sua alta resistência a abrasão, tenacidade, além do baixo custo, tornando-se a preferida, quando comparada com outras fibras naturais (QUEIROGA et al., 2021). No entanto, durante o seu processamento para a produção de fibras somente em torno de 5% são aproveitados, e o restante descartado na forma de resíduo (BANDEIRA; SILVA, 2006).

Os subprodutos do sisal gerados a partir da fabricação de cordões, cordas, tapetes, barbantes praticamente não são aproveitados, podendo ter diversas utilizações. Como o uso da mucilagem, que podem ser inseridos na alimentação de bovinos e caprinos; a bucha, como fertilizante orgânico e o suco, que é rico em ecogenina, utilizado como medicamento, além de ação bioinseticida, no manejo de lagartas, nematóides e carrapatos (QUEIROGA et al., 2021).

Moraes et al. (2010), avaliando o potencial do suco de agave e extrato de alho no tratamento da doença murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* na cultura do feijão-vagem, observaram que os extratos inibiram o crescimento micelial do fungo e a germinação dos conídios pelos constituintes presentes no alho e agave, sendo eles alicina e saponinas respectivamente.

Esses novos compostos presentes em espécies vegetais contra patógenos de plantas, podem ser utilizadas diretamente pelo produtor, através do preparo e aplicação direta do extrato desejado sobre na planta cultivada. Sendo necessário inicialmente a identificação dessas substâncias, e as características do microrganismo a ser controlado, as quais futuramente serviriam de modelo para a síntese de novos produtos naturais (VIEIRA JÚNIOR et al., 2017).

#### 2.3.3.3 Manipueira

A manipueira é o resíduo líquido, leitoso de cor amarelo-claro rico em açúcares, formado da mistura de água com o líquido constituído das raízes da mandioca, apresentando elevada carga orgânica, podendo ser obtido de forma artesanal ou industrial, no processamento da mandioca para fabricação de farinha e extração de fécula (PINTO, 2011). Os constituintes químicos da manipueira, subproduto da mandioca que exibe na forma de suspensão aquosa apresenta variações dos compostos, como proteínas, glicose,

liminarina, derivados cianogênicos e sais minerais (DUARTE et al., 2012). A quantidade e qualidade dos resíduos podem variar de acordo com idade da planta, modo de cultivo, tempo após a colheita, tecnologia adotada no processamento da mandioca (GARCIA et al., 2014).

Muitas empresas que processam essa matéria prima, não têm conhecimento das etapas produtivas, desse modo, não possuem dados quantitativos e qualitativos referentes às suas perdas, além de fontes contaminantes ao meio ambiente (AMARAL et al., 2007). A manipueira destaca-se com grande potencial contaminante e degradante ao meio ambiente, por conter na sua composição elementos precursores do ácido cianídrico (HCN) e elevada carga orgânica aliado ao grande volume de efluente não tratado descartado de formas inadequadas, gerando graves impactos ambientais (MADEIRA et al., 2017).

São gerados a cada uma tonelada de raízes processada em torno de 300 a 600 litros de resíduos, podendo ser lançada *in natura* ao solo. Quando entra em contato com a água a manipueira diminui a disponibilidade de oxigênio, afetando organismos aeróbicos que vivem no meio, já no solo gera desequilíbrio e indisponibilidades de nutrientes, além de elevar a salinidade e reduzir o pH (CARVALHO et al., 2017).

Visando evitar o descarte da manipueira de forma indiscriminada no meio ambiente, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas empregando como pesticida no controle de pragas, como fertilizante, produção de sabão e vinagre, substrato para fabricação de tijolos, biocombustíveis e biosurfactantes (SALVADOR et al., 2012; GARCIA et al., 2014). Além de poder ser utilizada no controle fitossanitário de doenças, como alternativa em substituição de produtos químicos (SILVA et al., 2020).

Segundo Santos et al. (2020), o ácido cianídrico presente na composição da manipueira se encarrega pelos efeitos inseticida e nematicida. Pesquisas realizadas por Fonseca et al. (2017), comprovaram que a manipueira estimulou desenvolvimento radicular da soja, e redução no desenvolvimento inicial de nematoides, número de ovos e juvenis. Desse modo, a manipueira torna-se um potencial alternativo para produção agrícola, uma vez que é notório o crescimento e aplicação de subprodutos menos prejudiciais ao meio ambiente e que sejam economicamente viáveis aos produtores (SILVA et al., 2020).

#### 2.3.3.4 Vinhaça

A vinhaça também conhecida como vinhoto ou restilo, é um resíduo adquirido no processamento da cana de açúcar para fabricação do álcool, é identificada como um líquido de coloração marrom escura, pH ácido (3,5 e 5,0), composto por aproximadamente 7% de sólidos orgânicos (etanol, frutose, glicose, ácido lático, sacarose, glicerol e galactose) e inorgânicos e 93% de água (CHITOLINA; HARDER, 2020).

Devido à altas concentrações de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrogênio, potássio, sólidos totais e matéria orgânica, a vinhaça é considerada como um resíduo de potencial poluente elevado, chegando a gerar por volta de dez litros para cada um litro de álcool produzido, no qual depende das condições de destilação e fermentação aplicadas (MORAES et al., 2014; REIS; HU, 2017; SANTANA et al., 2017).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e conseqüentemente também é o país que mais produz volume de resíduos oriundos da produção e processamento desta cultura (VILAR et al., 2018), o que representou cerca de 300 bilhões de litros somente para a safra de 2015/16 (CALEGARI, 2017). Grande parte da vinhaça gerada é utilizada à fertirrigação do solo nas plantações da cana-de-açúcar, entretanto, o uso indiscriminado desse resíduo causa diversos impactos ambientais acarretando a contaminação e degradação do solo, podendo ser intensificado pela ocorrência de chuvas (BARROS, 2017).

Quando o descarte da vinhaça é feito em aterros, produz odores malcheirosos, resultantes da decomposição do material orgânico. Nessa perspectiva, entende-se que no processo de produção do etanol a vinhaça corresponde como o principal agente poluidor, que sendo manuseado de forma inadequada, pode contaminar o solo e a água (BARROS, 2017), causando prejuízos aos seres humanos, flora e fauna (FIALHO et al., 2019).

Com isso, diversos estudos estão sendo realizados visando o tratamento da vinhaça, e buscando minimizar os impactos ambientais (BARROS et al., 2017; VILAR et al., 2018), principalmente com o uso do insumo na aquisição de produtos microbianos utilizados na biotecnologia, o que assegura diminuir custos de produção do etanol e outros derivados, diminuição do volume deste resíduo e ainda proporcionaria obtenção de subprodutos com valor agregado elevado (APARÍCIO et al., 2017; VILAR et al., 2018).

Entre os subprodutos resultantes a partir da vinhaça, destacam-se: bioemulsificadores, biocombustíveis, biopolímeros e enzimas. Também se configura como produto desejável a própria biomassa microbiana, resultante a partir do processo de fermentação da vinhaça, que pode ser aplicado na descontaminação de solos, dentre outras aplicações (COLIN et al., 2016).

Segundo Bernardino et al. (2018), a utilização da vinhaça em quantidades acima das necessidades das culturas ou do potencial do solo pode ocasionar problemas relacionados à perda de nitrogênio, salinização do solo, aumento de metais pesados, aumento de patógenos. Quando utilizada em doses adequadas, o uso da vinhaça como adubo em culturas agrícolas é uma forma sustentável de destinação correta, podendo promover um aumento de produtividade e também diminuição da adubação mineral, reduzindo custos de produção (VAZQUEZ et al., 2015).

Nesse contexto, a vinhaça poderá ser aproveitada na produção de biogás, como substrato para criação de gado, ou ainda, no uso do desenvolvimento de pastagens (OLIVEIRA et al., 2015). Além desses usos, a vinhaça pode ser empregada em tratamentos biológicos, visando reduzir seus parâmetros tóxicos, consistindo em processos sob condições controladas com uso de microrganismos, como mostra pesquisas realizadas por Bharagava e Chandra (2010), utilizando a vinhaça no tratamento bacteriano em sementes de feijão (*Phaseolus mungo* L.), observaram redução significativa a toxicidade das bactérias, sem interferir nas qualidades fisiológicas das sementes.

Já Pedrosa et al. (2005), destacam a eficiência da vinhaça no controle de nematoides na cultura da cana-de-açúcar. A aplicação da vinhaça também foi eficiente em conjunto com *Bacillus subtilis* em suspensão aquosa, promove redução na reprodução dos nematoides de galhas e conseqüentemente diminui sua população no solo (CARDOSO et al., 2011). É importante a reutilização de resíduos industriais em conjunto com materiais biológicos, visto que se torna uma fonte alternativa para a produção de alimentos de forma sustentável.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Locais de realização dos experimentos

Foram realizados dois experimentos, no período compreendido entre os meses de maio a dezembro de 2021, conduzidos em Casa de Vegetação e, as atividades de avaliações foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia, situado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, PB. A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06°46'13' de latitude Sul, 37°48'06' de longitude Oeste e altitude aproximada de 184 m (BELTRÃO et al., 2005).

#### 3.2 Obtenção e multiplicação dos inóculos

Os inóculos utilizados nos experimentos foram obtidos de uma população pura de nematoides das espécies *Meloidogyne incognita* e *M. enterelobii*, através de parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A identificação prévia das espécies procedeu-se em lâminas temporárias com formalina, examinando-se em microscópio óptico e confrontando-se as características morfo-anatômico por meio de exame da configuração perineal comparando com a literatura específica (HARTMAN; SASSER, 1985).

As populações puras das espécies (*M. incognita* e *M. enterelobii*) foram multiplicadas em plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara e mantidas em casa de vegetação no CCTA-UFCG por aproximadamente três meses, sendo o manejo realizado mediante adubações com NPK 04-14-08 e demais tratamentos culturais, como controle de pragas e doenças, de acordo a necessidades das plantas, até o início dos experimentos.

#### 3.3 Obtenção dos subprodutos orgânicos

Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes subprodutos orgânicos: Vinhaça obtida em destilaria na produção de cachaça, Manipueira adquirida em casas de farinha, ambos localizados no município de Areia-PB. Além desses, foi utilizado também, Extrato de agave, extraído do desfibramento das folhas, obtido no município de Cuité-

PB. Esses extratos foram armazenados em garrafas pets de 2 litros, acondicionadas em geladeiras sob temperatura de 4 °C, até a aplicação. Foi utilizado ainda, o Extrato pirolenhoso, proveniente da combustão da madeira de eucaliptos (*Eucalyptus grandis*), adquirido da empresa Ophicina Orgânica Fertilizantes Ltda, localizado em Atibaia, São Paulo. De acordo com a empresa, o produto apresenta as seguintes características de compostos químicos: ácidos, álcoois, cetonas, fenóis, aldeídos e vários outros derivados da lignina.

Após a aquisição dos subprodutos da região, os mesmos foram analisados a fim da obtenção das informações referentes a composição físico-química, no laboratório de análises-LIEP/UFCG (Tabela 1).

**Tabela 2.** Análise físico-química dos subprodutos orgânicos empregados no controle de nematoides de galhas no tomateiro. Pombal, 2022.

<b>Parâmetros físico-químicos</b>	<b>Vinhaça</b>	<b>Manipueira</b>	<b>Extrato de Agave</b>
Cinzas	1,11% ± 0,09	0,17% ± 0,01	0,60% ± 0,03
Proteínas	1,02% ± 0,12	0,65% ± 0,0	1,60% ± 0,13
Açúcares totais	-	1,07% ± 0,09	2,43% ± 0,18
Fenólicos	472,41µg/g ± 0,9	275,25µg/g ± 0,9	2403,38µg/g ± 0,8
Brix	1,5 ± 0,0	9,27 ± 0,06	11,90 ± 0,10
DQO	20800 mgO <sub>2</sub> /L	96000 mgO <sub>2</sub> /L	128000 mgO <sub>2</sub> /L
DBO	18106 mgO <sub>2</sub> /L	18130 mgO <sub>2</sub> /L	18005,5 mgO <sub>2</sub> /L
Sólidos Totais	6420 mg/L	86055 mg/L	117877,5 mg/L
Sólidos Fixos	2372,5 mg/L	11500 mg/L	6980 mg/L
Sólidos Voláteis	4047,5 mg/L	74555 mg/L	110897,5 mg/L

### 3.4 Instalação e condução dos experimentos

Na execução dos experimentos, o substrato empregado foi constituído de uma mistura de solo-areia-esterco bovino, na proporção de 3:2:1, respectivamente, previamente autoclavada a 120°C e pressão de 1,05 Kgcm<sup>2</sup> por 1 hora. Em seguida, distribuído em vasos plásticos com capacidade para 5,0 dm<sup>3</sup> dispostos sobre tijolos em casa de vegetação.

Foram realizados dois experimentos, avaliando-se o efeito dos subprodutos orgânicos sobre o parasitismo de *M. incognita* e *M. enterelobii*, em tomateiro cv. Santa Cruz Kada Gigante, onde os subprodutos orgânicos empregados como tratamentos, foram aplicados no solo de forma isolados e misturados entre si. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. O experimento 1, utilizando a espécie *M. incognita*, onde

foram empregados 11 tratamentos e 5 repetições, constituídos dos subprodutos orgânicos, diluídos a 50% de concentração (água, relação v/v): 1) Manipueira; 2) Vinhaça; 3) Extrato de agave; 4) Manipueira + vinhaça; 5) Manipueira + extrato de agave; 6) Manipueira + extrato pirolenhoso; 7) Vinhaça + extrato de agave; 8) Vinhaça + extrato pirolenhoso; 9) Extrato de agave + extrato pirolenhoso; 10) Água (torneira) e 11) químico com abamectina (Vertimec 18 EC) ( $50 \text{ mL}^{-1}$  de ingrediente ativo de p. c.). Os dois últimos tratamentos foram utilizados como testemunhas positiva e negativa, respectivamente. O experimento 2, foi realizado com a espécie *M. enterelobii*, empregando os mesmos subprodutos orgânicos, porém, diferindo do primeiro a diluição com água a 25% (v/v), mais um tratamento com ácido pirolenhoso. Portanto, O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos e 5 repetições.

As sementes de tomateiro, foram semeadas em bandeja de poliestireno expandido, com 128 células, contendo substrato comercial Bioplant®, mantidas em casa de vegetação. Após vinte dias de germinadas, as mudas foram transplantadas para os vasos plásticos. Após o quinto dia do transplantio das mudas de tomateiro, foi inoculado separadamente com suas respectivas espécies de nematoides, sendo utilizada uma suspensão de 5 mL contendo 1000 ovos/ml e eventuais juvenis de segundo estágio (J2), depositadas em 3 orifícios de 2 cm de profundidade entorno das plantas. As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia com um volume de 150 mL, para atender as necessidades fisiológicas e proporcionar a relação de infecção patógeno/hospedeiro.

A suspensão de nematoides foi adquirida segundo metodologia de Coolen e D'Herde (1972), onde as raízes de tomateiro foram previamente lavadas, para retirada do excesso de solo, posteriormente, picadas e em seguidas mergulhadas em 300 mL de água, contendo solução de hipoclorito de sódio 0,5%, onde então, trituradas com auxílio de liquidificador durante 30 segundos. Logo após, a suspensão obtida passou em duas peneiras (200 e 400 mesh). Na primeira peneira foram retidas as raízes trituradas, que foram descartadas, e a segunda peneira, o material foi centrifugada em solução de sacarose, e retirados os ovos e juvenis de segundo estágio, onde com auxílio de jatos de água de pisseta, foram recolhidos essa suspensão para um becker de 20 mL. Em seguida, foi estimado a população de ovos e juvenis de segundo estágio dessa suspensão com auxílio da câmara de contagem de Peters, sob microscópio óptico, ajustando a concentração da suspensão para 500 ovos e juvenis de segundo estágio  $\text{mL}^{-1}$ .

Após setenta e duas horas da inoculação, foram aplicados os tratamentos, preparados 2 horas antes da aplicação via solo. O volume total correspondente a cada tratamento foi o equivalente a 100 mL/vaso nas parcelas experimentais, divididos em duas aplicações com 50 mL cada, com intervalo de 30 dias após a primeira aplicação. Procedimento adotado em ambos os experimentos.

### 3.5 Parâmetros avaliados

#### 3.5.1 Características de parasitismo das espécies

Para as variáveis do parasitismo dos nematoides nas raízes do tomateiro, foram avaliadas o número de galhas e massa de ovos na raiz. Para isso, as raízes foram lavadas em água cuidadosamente, e pesados, para posterior cálculo do número de nematoides por grama de raiz. Posteriormente, as raízes foram imersas em solução de flocina B (4,0g de fucsina ácida em 250 mL ácido acético e 750 mL de água destilada) por 15 minutos, para coloração das massas de ovos externas dos nematoides (SILVA et al., 1988), em seguida foram lavadas em água corrente para eliminação do excesso de corante, realizada a contagem com auxílio de uma lupa.

Para a estimativa do número de juvenis no solo de cada tratamento, foi realizada a partir de amostras com 100 cm<sup>3</sup> de solo, utilizando-se a técnica da flutuação e centrifugação em solução de sacarose (JENKINS, 1964). O solo de cada tratamento foi adicionado em becker de 1 L, onde foi homogeneizado com 500 mL de água, o suficiente para facilitar o desprendimento das partículas em torrões. Após trinta segundos de decantação, esse conteúdo foi vertido em peneiras de 20 mesh sobreposta a outra de 400 mesh, que com auxílio de uma pisseta o material retido na segunda peneira (400 mesh), contendo partículas finas de solo mais os nematoides, foi transferido para um tubo plástico da centrífuga com volume de 40 mL.

Logo após, a suspensão foi centrifugada por quatro minutos a uma rotação de 2000 rpm. Ao final, o sobrenadante foi descartado sendo substituído por solução de sacarose a 45% (450g de açúcar e água até completar 1 L) e levados para mais uma centrifugação por um minuto utilizando a mesma rotação. Após a centrifugação, foi removido o excesso da sacarose, enxaguado com água corrente, sob um novo peneiramento (400 mesh), obtendo-se uma alíquota de 10 mL, transferidos para tubos de ensaio com auxílio de uma pisseta, para efeito de estimativa do número de juvenis do solo, com uso de lâmina de Peter e microscópio óptico composto.

Posteriormente, foi avaliado o número de nematoides e ovos por planta e por grama de raiz. Essa última variável foi realizada através da divisão do número de ovos e larvas pelo peso das raízes em cada tratamento. A extração de ovos e larvas das mudas de tomateiro, seguiu a metodologia de Coolen e D'Herde (1972).

A partir das informações das populações do nematoides (ovos/J2) das raízes, foi calculado o fator de reprodução (FR), para cada tratamento, representado pela relação:  $FR = P_f/P_i$ , em que  $P_f$  corresponde a população final e  $P_i$ , a população inicial (5000 ovos). A partir dos resultados, as plantas foram consideradas imunes ao obter  $FR = 0$ ; resistente, os que apresentaram  $FR < 1,00$  e suscetível o  $FR > 1,00$  (OOSTENBRINK, 1966).

### 3.5.2 Características agronômicas das plantas inoculadas

As avaliações foram realizadas 60 dias após a inoculação nos dois experimentos. O experimento 1, com *M. incognita* e o experimento 2, com *M. enterolobii*. Para tanto, foram mensurados o desenvolvimento vegetativo da plantas como: altura da planta, medindo-se com régua graduada em centímetros, do colo ao ápice da planta; massa fresca da parte aérea, utilizando balança digital com precisão de três casas decimais; massa seca de parte aérea; comprimento radicular com o uso de régua graduada, fitomassa fresca do sistema radicular, obtido com o auxílio de balança semi-analítica e o volume de raiz calculado pela diferença de volume de água deslocada após a imersão das raízes, como uso de proveta de 500 mL e considerando como volume padrão 300 mL.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados procedeu-se a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico "R" versão 3.1.2, e as médias quando significativas foram agrupadas pelo teste de Scoot-Knot a 5 % de probabilidade. Para normalização dos dados foram usadas as transformações: para o experimento 1, os valores com *M. incognita* e experimento 2, os valores com *M. enterolobii* – características agronômicas e do parasitismo foram transformados em  $\log_{10}(x + x)$ . Nas tabelas as médias apresentadas são originais.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão expostos os dados sumarizados da análise de variância a que foram submetidos os dados referentes à infestação com *Meloidogyne incognita*, quanto ao número de galhas, massa de ovos, ovos na raiz, juvenis na raiz, juvenis no solo, nematoides por gramas de raiz e fator de reprodução em raízes de tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos. Observa-se, então, que para todas as variáveis analisadas houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ao nível de ( $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ ) de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância do parasitismo, número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR) em raízes de tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de *Meloidogyne incognita*. Pombal-PB, 2022.

FV	G.L	NG (und)	MO (und)	OR (und)	JR (und)	JS (und)	N/gr (und)	FR -
Trat.	10	0,26**	0,05*	0,65**	0,85**	4,03**	0,78**	1,06**
Resíduo	44	0,03	0,04	0,06	0,01	0,05	0,06	0,001
<b>CV (%)</b>	-	<b>9,28</b>	<b>16,06</b>	<b>11,07</b>	<b>6,11</b>	<b>36,8</b>	<b>13,5</b>	<b>16,23</b>

\*\* e \* Significativo ao nível de 0,01 e 0,05%, respectivamente.

Para alguns subprodutos orgânicos verifica-se distinção com relação à ação dos nematóides nas raízes do tomateiro (Tabela 3). Com exceção do subproduto orgânico agave, onde se observou redução de 20,37% no número de galhas, os demais tratamentos aplicados isoladamente (Manipueira e Vinhaça), não influenciaram na diminuição do parasitismo. Entretanto, quando foram empregados os tratamentos em mistura entre si apresentaram redução significativa, com destaque para manipueira + agave, manipueira + extrato pirolenhoso, vinhaça + agave e vinhaça + extrato pirolenhoso, observando-se uma redução no número de galhas, superior a 60% em relação a testemunha positiva e 62% em relação à testemunha negativa (Tabela 3).

Esses resultados demonstram que os subprodutos utilizados possuem composto nematicidas que atuam diretamente sobre essa espécie, *M. incognita*, influenciando no ciclo de vida. A eficiência do agave já havia sido comprovada, por Damasceno et al. (2015), com potencial nematicida para outra espécie de nematoide, *M. javanica*, sobre redução de massa de ovos por planta e por grama de raízes e diminuição da população no solo. Botura et al. (2013), destacaram como metabólitos secundário do extrato de agave,

a presença de constituintes como: saponinas, compostos fenólicos, flavonoides, alcaloides, cumarinas e taninos. Esses metabólitos tem papel relevante no mecanismo de defesa das plantas, e podem desempenhar efeito inibitório contra fitonematoides de plantas (DAMASCENO et al., 2015).

Na avaliação de massa de ovos, foi verificado que as plantas tratadas com os subprodutos em mistura obtiveram redução de 44,53% não diferiram estatisticamente entre si, assim como a vinhaça quando utilizada de forma isolada, apresentando redução de 32,81%, porém estatisticamente igual aos subprodutos em misturas, sendo superiores aos tratamentos testemunha positiva e negativa (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR) após a aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de *Meloidogyne incognita*. Pombal-PB, 2022.

<b>Características de Parasitismo</b>							
<i>Meloidogyne incognita</i>							
<b>Tratamentos</b>	<b>NG*</b> <b>(und)</b>	<b>MO</b> <b>(und)</b>	<b>OR</b> <b>(und)</b>	<b>JR</b> <b>(und)</b>	<b>JS</b> <b>(und)</b>	<b>N/gr</b> <b>(und)</b>	<b>FR</b>
Água (Test.)	159,2 a*	25,6 a	1582 a	1714 a	1694 a	1086,9 a	1,61 a
Químico (Vertimec- Test.)	111,6 b	37,0 a	324,4 b	129,8 b	16,6 b	63,99 b	0,15 b
Manipueira.	168,4 a	33,0 a	108,0 b	114,4 b	2,4 b	34,47 b	0,07 c
Vinhaça	138,4 a	17,2 b	148,0 b	123,4 b	1,4 b	56,73 b	0,08 c
Agave	126,6 b	27,2 a	132,0 b	55,2 b	2,0 b	41,34 b	0,06 c
Manipueira + vinhaça	109,4 b	21,6 b	150,4 b	97,4 b	2,4 b	62,23 b	0,08 c
Manipueira + Agave	58,0 c	20,0 b	203,2 b	72,0 b	2,8 b	103,76 b	0,07 c
Manipueira + Pirolenhoso	58,1c	21,2 b	193,0 b	82,2 b	2,6 b	67,23 b	0,07 c
Vinhaça + Agave	45,0 c	18,2 b	112,8 b	78,4 b	2,8 b	62,37 b	0,06 c
Vinhaça + Pirolenhoso	42,4 c	14,2 b	79,20 b	84,2 b	2,2 b	98,44 b	0,05 c
Agave + Pirolenhoso	94,6 b	18,4 b	278,4 b	70,4 b	3,4 b	54,43 b	0,09 c
<b>CV (%)</b>	<b>9,28</b>	<b>16,06</b>	<b>11,07</b>	<b>6,11</b>	<b>36,8</b>	<b>13,5</b>	<b>16,23</b>

\* Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\log_{10}(x + x)$ .

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, ao nível de 0,05% de probabilidade pelo teste Scott-knot.

Ainda na tabela 3, para as variáveis ovos na raiz, juvenis na raiz, juvenis no solo, nematoides por gramas de raiz, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos com os subprodutos orgânicos, diferindo apenas no tratamento no qual as plantas foram tratadas com água (testemunha positiva). No entanto, observa-se uma

redução acentuada na reprodução do nematoide. Para o número de ovos na raiz o tratamento que obteve maior redução foi a mistura da Vinhaça + Pirolenhoso, reduzindo em torno de 94,99% quando comparada com a testemunha positiva. Já as médias de juvenis na raiz, observou-se para o tratamento apenas com agave, uma redução de 96,77% comparando com a testemunha. Para o número de juvenis no solo, a redução foi superior a 99% dos nematoides no solo para o tratamento vinhaça, comparando com a testemunha positiva. Os nematoides por gramas de raiz, a redução foi de 96,83%, com médias de 34,47 para o tratamento com manipueira, e 1086,9 quando submetido ao tratamento positivo.

Analisando a variável fator de reprodução, ainda na Tabela 3, observa-se que não houve diferença estatística entre os resultados quando submetidas aos tratamentos com os diferentes subprodutos orgânicos, porém, diferindo estatisticamente das testemunhas negativa e positivas, com médias inferiores a 1, o que indica redução na quantidade de ovos e juvenis por sistema radicular, apontando resistência da planta, segundo conceito de Oostenbrink (1966).

As respostas observadas nesse estudo, também foram obtidas em trabalhos anteriores, usando compostos de resíduos orgânicos, no qual apresentam grande relevância no controle de diversas doenças fitopatogênicas, dentre elas nematoides das galhas, que atacam o sistema radicular das culturas e comprometem o seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Santos et al. (2017), com uso de diferentes concentrações do extrato pirolenhoso, observaram ação nematostática e nematicidas com reduções acentuada no parasitismo de *M. incognita* na cultura da alfaca. Segundo Nakai et al. (2007), compostos químicos que estão presentes no ácido pirolenhoso podem ser absorvidos pela planta e promover ação nematicida, dentre eles, aldeídos, ácido acético, alcatrão solúvel, cetonas, ésteres, metanol, fenóis e água, sem interferir na cultura (Campos, 2007).

Nasu et al. (2010), constataram que manipueira em diluição a partir de 10% demonstrou eficiência no manejo de *M. incognita* em plantas de tomates, pela presença de compostos presentes na mandioca (*Manihot esculenta*), matéria prima na produção de fécula, que dá origem ao subproduto manipueira. Segundo Baldin et al. (2012), a composição pode variar inclusive de cultivar, a exemplo da mandioca brava, que possui teores mais elevados do gás cianeto, efeito tóxico aos nematoides, em função da presença de glicosídeos cianogênicos.

Resultados coletados por Pedrosa et al. (2005), avaliando o efeito da vinhaça no controle de nematoides das galhas em cultivo de cana-de-açúcar, contataram que quanto maior a dose de vinhaça, menor foi a eclosão de ovos e maior redução de juvenis de segundo estágio das espécies *M. incognita* e *M. javanica*. A utilização de vinhaça aplicada ao solo apresenta diversos benefícios, principalmente por terem em sua composição nutrientes, dentre eles o potássio, macronutriente fundamental para o desenvolvimento das culturas, além de estar associada a adição de matéria orgânica ao solo (SILVA; CABEDA, 2005). A matéria orgânica exerce efeito que promove a ação antagonista de patógenos do solo aos nematóides. Dijan et al. (1994) destacam ainda que, a alta taxa de acidez do solo, gerada pela alta concentração de matéria orgânica, forma moléculas de ácidos graxos voláteis nocivos aos fitonematoides e diminuindo seu parasitismo.

A ação dos subprodutos orgânicos aplicados isolados e misturados entre si, para controle de *M. incognita*, referentes ao experimento 1, são apresentados na (Tabela 4), onde se observa uma variação dos efeitos significativos nos parâmetros avaliados, influenciando nas características agrônômicas da cultura do tomateiro.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância das características agrônômicas, altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR) e comprimento radicular (CR), do tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de *Meloidogyne incognita*. Pombal-PB, 2022.

FV	G.L	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	CR (cm)
Trat.	10	8,19*	0,09*	0,11*	1,00*	0,08*
Resíduo	44	0,72	0,03	0,05	0,39	0,01
CV (%)	-	<b>9,92</b>	<b>13,10</b>	<b>47,64</b>	<b>28,36</b>	<b>9,62</b>

\* Significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

Em todas as variáveis pode se observar efeitos negativos e positivos dos subprodutos orgânicos sob as características agrônômicas da cultura do tomateiro. Para altura de planta, alguns tratamentos apresentaram efeitos diferenciados para a cultura, pois foi possível observar ganho com incremento superior a 55% com os tratamentos aplicados isolados (Manipueira, Vinhaça e Agave), bem quando misturados, com efeito significativo, quando comparado com a testemunha positiva (Tabela 5).

A aplicação de manipueira pura, proporcionou aumento para massa fresca de parte aérea, massa seca de parte aérea, bem como para massa fresca radicular e comprimento radícula, da ordem de 87,07%; 95,95%; 78,93% e 41,10%, respectivamente. Esses

incrementos, também foram observados com as misturas entre alguns subprodutos para essas mesmas variáveis, com resultados estatisticamente iguais a testemunha negativa (Tabela 5). É possível que estes subprodutos após decomposição tenham contribuído com as plantas pela liberação de nutrientes no solo, favorecendo melhor desenvolvimento vegetativo.

Do ponto de vista agrônomo, o ganho observado no desenvolvimento do tomateiro, estar relacionado diretamente a presença de macro e micronutrientes encontrados na composição dos subprodutos empregados (MAGALHÃES et al., 2000; BALDIN et al., 2012), bem com a presença de compostos como: glicosídeos cianogênicos, que quando hidrolisada libera o gás cianeto, tóxico às mais variadas formas de vida, incluindo os nematoides (PONTE, 2001).

**Tabela 5.** Altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR) e comprimento radicular (CR), do tomateiro em função da aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de *Meloidogyne incognita*. Pombal-PB, 2022.

Tratamentos	AP* (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	CR (cm)
Água (Positiva)	52,80 c*	18,96 b	2,47 b	4,32 b	22,40 c
Químico (Negativa)	114,0 a	36,96 a	5,28 a	7,41 a	48,40 a
Manipueira	84,60 b	35,47 a	4,84 a	7,73 a	31,60 b
Vinhaça	82,20 b	24,01 b	2,79 b	5,90 b	19,80 c
Agave	87,80 b	22,84 b	3,55 b	4,98 b	32,20 b
Manipueira + vinhaça	87,00 b	30,21 a	4,89 b	5,16 b	33,60 b
Manipueira + Agave	56,20 c	19,67 b	2,86 b	4,10 b	25,00 c
Manipueira + Pirolenhoso	90,00 b	35,62 a	4,64 a	4,80 b	20,40 c
Vinhaça + Agave	48,00 c	20,72 b	2,91 b	3,91 b	19,80 c
Vinhaça + Pirolenhoso	48,10 c	15,22 b	1,76 b	1,91 b	23,20 c
Agave + Pirolenhoso	83,40 b	30,53 a	3,93 a	8,97 a	31,00 b
<b>CV (%)</b>	<b>5,24</b>	<b>13,10</b>	<b>47,64</b>	<b>28,36</b>	<b>9,62</b>

\* Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\log_{10}(x + x)$ .

\*\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scoot-Knot.

Entretanto, alguns tratamentos apresentaram resultados não promissores, para algumas variáveis avaliadas, tanto com subprodutos puros, sem misturas, como com a

utilização dos subprodutos orgânicos misturados entre si, inclusive com valores estatisticamente iguais a testemunha positiva (água). Assim como alguns produtos sintéticos não são recomendados a mistura entre si, por incompatibilidade, é possível nesse caso, ter ocorrido algumas reações com efeito alelopáticas, inibindo principalmente o sistema radicular, o que incide na limitação de absorção de água e nutrientes.

Mabele, Ndong'a (2019), destacam que as culturas de alface e tomateiro, tem-se mostrado bastante sensíveis ao efeito de compostos alelopáticos, formados por metabólitos secundários, como: monoterpenos, sesquiterpenos, taninos, alcaloides e flavonóides glicosídeos, capazes de promover estresse oxidativo e posterior degradação celular, afetando os processos fisiológicos (ALMEIDA et al., 2008). Contudo, essas substâncias na concentração adequada, possuem propriedades antimicrobiana e medicinais (YAMAGUSHI et al., 2011), com capacidade de combater pragas e patógenos, e assim, reduzindo a contaminação do ambiente, promovendo a oferta de produtos agrícolas livres de resíduos contaminantes (OLIVEIRA et al., 2014).

Alguns estudos empregando a manipueira com diferentes finalidades já foram realizados com resultados significativos, assim como os observados nesse ensaio. Cardoso et al. (2009), constataram que plantas de milho quando adubadas com manipueira apresentaram maiores resultados na produção de massa fresca da parte aérea, devido principalmente ao acúmulo de nutrientes presentes em sua composição, dentre eles o potássio e o nitrogênio. Elias et al. (2021), avaliando o crescimento vegetativo de plantas de tomate sob diferentes concentrações da manipueira, constataram que a dose a partir de 10.000 mg/L desse efluente de fecularia, apresentou melhores resposta na altura das plantas, no peso fresco da parte aérea, e no desenvolvimento do sistema radicular.

A presença de nutrientes também pode ser comprovada em resíduo líquido fresco de sisal (*Agave sisalana* Perrine), quando aplicado na cultura da alface sob condições de casa de vegetação, o estudo demonstrou ganho significativo de produção de massa seca da planta, favorecido pela disponibilidade de nutrientes (DAMASCENO et al., 2015). Outro subproduto empregado nesse estudo que demonstrou melhoras nas características agrônômicas do tomateiro, foi extrato pirolenhoso, em função da presença de compostos distintos, responsáveis direto na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, o que promove um aumento da população microbiana antagonista, favorecendo melhor proteção as plantas resultando em maior absorção de nutrientes (MIYASAKA et al., 2001).

Estudos realizados utilizando a incorporação de resíduos da agroindústria com o objetivo de melhoria nas propriedades do solo e conseqüentemente obter respostas positivas no desenvolvimento das plantas vem cada vez mais se destacando, como mostra a pesquisa desenvolvida por Pedrosa et al. (2005), com o uso da vinhaça na produção agrícolas, no qual apontou alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo e proporcionou maior disponibilidade de nutrientes para as culturas. Tais resultados evidenciam os efeitos desses subprodutos sobre o desenvolvimento de plantas de tomateiro empregada nesse estudo, onde observa-se ganho significativo para algumas variáveis avaliadas (Tabela 5).

Os dados obtidos através da análise de variância do parasitismo do *Meloidogyne enterolobii* na cultura do tomateiro sobre os parâmetros: número de galhas, massa de ovos, ovos na raiz, juvenis da raiz, juvenis no solo, nematoides por gramas de raiz e fator de reprodução, se mostraram significativos para todos os tratamentos estudados (valores de “F”), indicando forte influência dos subprodutos orgânicos sobre a redução de atividade parasitária para a espécie de nematoide (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância do parasitismo, número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR), em raízes de tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de *Meloidogyne enterolobii*. Pombal-PB, 2022.

Quadrado Médio								
Características de Parasitismo								
FV	G.L	NG (und)	MO (und)	OR (und)	JR (und)	JS (und)	N/gr (und)	FR
Trat.	11	0,12**	0,10**	0,29**	1,00**	1,93**	0,59**	0,35**
Resíduo	48	0,007	0,01	0,07	0,06	0,01	0,08	0,01
<b>CV (%)</b>	-	<b>4,49</b>	<b>8,08</b>	<b>10,04</b>	<b>12,86</b>	<b>8,65</b>	<b>21,54</b>	<b>27,35</b>

\*\* Significativo ao nível de 0,01, pelo teste F. \*

Quando analisamos as variáveis do parasitismo causada por *M. enterolobii* no tomateiro, observamos que o menor número de galhas é encontrando nos tratamentos: agave e extrato pirolenhoso em sua forma isolada, obtendo médias de 76,20 e 82,00, seguidos dos tratamentos utilizados em misturas, que são: manipueira + vinhaça, manipueira + agave, manipueira + pirolenhoso, vinhaça + agave, vinhaça + pirolenhoso e agave + pirolenhoso, no qual obtiveram as médias 84,00, 72,20, 68,40, 79,20, 77,60 e 73,00 respectivamente, sendo iguais estatisticamente a testemunha negativa, com média de 78,60. Verificamos ainda, que houve uma expressiva formação de galhas nos

tratamentos que foram utilizados a manipueira e a vinhaça de forma isolada, obtendo médias 131,20 e 156,60, porém, estatisticamente diferem da testemunha positiva, com redução de 28,36% (Tabela 7). Esses compostos são ricos em matéria orgânica, o que potencializa melhoria na fertilidade do solo, favorecendo a absorção e resposta de defesa das plantas a presença de nematoides (BEBÉ et al., 2009), bem como, o aumento da microbiota do solo e conseqüentemente maior reação de antagonistas aos fitoparasitas (BARROS, 2008).

**Tabela 7.** Número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), juvenis na raiz (JR), juvenis no solo (JS), nematoides por gramas de raiz (N/gr) e fator de reprodução (FR) em raízes de tomateiro, após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de *Meloidogyne enterolobii*. Pombal-PB, 2022.

<b>Características de Parasitismo</b>							
<i>Meloidogyne enterolobii</i>							
<b>Tratamentos</b>	<b>NG* (und)</b>	<b>MO (und)</b>	<b>OR (und)</b>	<b>JR (und)</b>	<b>JS (und)</b>	<b>N/gr (und)</b>	<b>FR</b>
Água (Test.)	218,6 a**	63,60 a	1874,4 a	2137,6 a	1187 a	268,45 a	1,58 a
Químico (Test.)	78,60 c	21,80 d	372,0 b	68,0 b	96,2 b	34,89 b	0,11 b
Manipueira.	131,20 b	49,20 b	493,6 b	76,0 b	12,8 c	18,01 b	0,12 b
Vinhaça	156,60 b	48,40 b	258,4 b	63,2 b	13,8 c	10,31 b	0,07 b
Agave	76,20 c	35,60 c	414,8 b	77,6 b	9,4 c	26,43 b	0,10 b
Pirolenhoso	82,00 c	38,40 c	356,0 b	53,6 b	11,4 c	25,27 b	0,08 b
Manipueira + vinhaça	84,00 c	20,40 d	630,4 b	59,2 b	8,4 c	22,78 b	0,14 b
Manipueira + Agave	72,20 c	37,40 c	264,0 b	62,4 b	11,3 c	25,46 b	0,06 b
Manipueira + Pirolenhoso	68,40 c	38,80 c	514,4 b	76,0 b	11,4 c	25,60 b	0,12 b
Vinhaça + Agave	79,20 c	30,80 d	367,2 b	83,2 b	14,6 c	25,13 b	0,09 b
Vinhaça + Pirolenhoso	77,60 c	39,20 c	434,4 b	127,2 b	15,8 c	23,69 b	0,11 b
Agave + Pirolenhoso	73,00 c	29,60 d	492,0 b	112,0 b	12,0 c	36,08 b	0,12 b
<b>CV (%)</b>	<b>4,49</b>	<b>8,08</b>	<b>10,04</b>	<b>12,86</b>	<b>8,65</b>	<b>21,54</b>	<b>27,35</b>

\* Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\log_{10}(x + 1)$ .

\*\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste scoot-knot.

Na quantificação de massas de ovos, todos os subprodutos empregados, promoveram redução significativa em relação à testemunha positiva. As maiores reduções foram alcançadas com os tratamentos em misturas: manipueira + vinhaça;

vinhaça + agave e agave + pirolenhoso, com valores 67,92%; 51,57% e 53,45%, respectivamente, seguido dos tratamentos aplicados isoladamente como: agave e extrato pirolenhoso, com redução de 44,02% e 39,62%, respectivamente, em relação a testemunha positiva (Tabela 7). Resultados semelhantes para a variável ovos na raiz. Esses dados demonstram a capacidade dos constituintes químicos, presentes nesses subprodutos, influenciando negativamente no ciclo biológico dessa espécie, com redução na produção de ovos.

Para alguns subprodutos orgânicos não se verificou distinção com relação à ação dos nematoides nas raízes do tomateiro (Tabela 7). Para juvenis na raiz, nematoides por gramas de raiz e fator de reprodução, observa-se que independentemente da aplicação isolada ou misturada, não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados, sendo iguais estatisticamente inclusive a testemunha negativa. Entretanto, observamos uma redução quando comparamos com o tratamento controle (testemunha positiva), onde utilizou somente água, alcançando médias superiores as demais. Resultado semelhante para o número de juvenis no solo, alcançando resultados estatisticamente iguais, no entanto, diferiram entre os tratamentos controle, testemunha positiva (água) e testemunha negativa efetivando o controle do *M. enterolobii* com a utilização desses compostos (Tabela 7). Mediante esses resultados, possivelmente em determinado momento, os subprodutos orgânicos influenciaram de forma positiva as plantas de tomateiro, seja inviabilizando ou se tornando menos atrativas para os nematoides, e, conseqüentemente, reduzindo o parasitismo.

O uso de resíduos agrícolas e agroindustriais, bem como extratos vegetais, podem promover redução no parasitismo dos nematoides das galhas, isso é relatado por diversos pesquisadores. Albuquerque et al. (2000), estudando os efeitos da incorporação de resíduos sucroalcooleiros no solo (vinhaça), sobre o desenvolvimento das espécies *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de milho e *M. javanica* na cultura da cana-de-açúcar, destacaram que com o aumento das doses de vinhaça, a quantidade de ovos dos nematoides por raízes diminuíram, sugerindo que a liberação de alguma substância com efeito nematicida, ou pelo fato de se ter plantas mais saudias, em virtude da vinhaça ser rica em diversos nutrientes, entre eles o potássio (K), macronutriente fundamental para o desenvolvimento das culturas.

Melo et al. (2019), avaliando materiais vegetais no manejo agroecológico da espécie *M. incognita* em plantas de tomates, confirmaram que resíduos orgânicos que possuem altos teores de nitrogênio (N) em sua constituição se tornam mais efetivos no

controle dessa praga. A atividade de microrganismos com ação antagônica sobre os nematoides tende a crescerem sobre uma baixa relação C/N, devido a liberação de amônia ao solo (FERRAZ et al., 2010). Os resultados observados nesse estudo com a manipueira, demonstra o potencial nematicida, pela presença de glicosídeo cianogênico, no qual origina o HCN (ácido cianídrico), o que explica a ação nematicida inerentes a esse efluente (ARAÚJO et al., 2017), com grande aporte de nitrogênio, além de altos teores de potássio, cálcio dentre outros (SANTOS et al., 2018).

A capacidade de aproveitamento desse efluente na agricultura aos poucos vem sendo desmistificada, com uso no controle de nematoides em diversas culturas de expressão agrônômicas. Recentemente, Guimarães et al. (2021), observaram a eficiência no controle de *M. javanica* em jiloeiro, já em mudas de acerola, Vieira et al., (2010), obtiveram resultados promissores com redução para diversas espécies de *Meloidogyne* spp., assim como em cenoura (BALDIN et al., 2012) e para *M. incognita* em tomateiros (NASU et al., 2010).

O uso de extrato pirolenhoso também tem ganhado grande relevância por resultados alcançados em pesquisas desenvolvidas no controle de nematoides das galhas, obtendo efeitos positivos no manejo desse patógeno, como em experimento conduzido por Santos et al. (2017), estudando o efeito de diferentes dosagens do extrato pirolenhoso em alface parasitados por *M. incognita*, verificou-se que o produto contribuiu significativamente na redução do parasitismo e contribuiu para o desenvolvimento das plantas. Melo et al. (2012), destacaram a eficiência do extrato pirolenhoso com redução no número de ovos e fator de reprodução do *M. incognita* na cultura do tomate, o que promoveu diminuição nas aplicações de defensivos sintéticos na área de produção.

Já a ação nematicida ocasionada pelo resíduo do sisal (agave) é esclarecida em pesquisas executadas por inúmeros autores (BOTURA et al., 2013; RIBEIRO et al., 2013) que associam o efeito nematicida provocado pelo *Agave sisalana* a associação de metabólitos secundários, como a presença de saponinas, alcalóides, glicosídeos e compostos fenólicos. Damasceno et al. (2015), testaram diferentes doses do resíduo fresco do sisal no controle do nematoide de galhas na cultura do tomateiro e comprovaram que o agave apresentou atividade nematicida. Portanto, os resultados observados no objeto desse estudo, comprovam que é possível a utilização desses produtos de forma isoladas ou até mesmo misturadas entre si, sem promover neutralidade dos seus constituintes químicos ou demonstrar efeito fitotóxico nas plantas que receberem doses adequadas.

Diante dos vários resultados de pesquisas desenvolvidos com esses subprodutos orgânicos empregados no controle das inúmeras espécies de fitonematóides, muitos com resultados satisfatórios, aliado ainda aos cuidados com meio ambiente, essa é uma alternativa que poderá ser viabilizada para o uso em diferentes culturas, reforçando a hipótese que esses efluentes utilizados apresentam em sua composição metabólitos com atividade biocida.

Na Tabela 8, estão descritos os resultados da análise de variância do experimento 2, em resposta do tomateiro após ser submetido aos tratamentos com subprodutos orgânicos no controle da espécie *M. enterolobii*. Com exceção para as variáveis altura de planta, comprimento radicular e volume radicular, todos os demais parâmetros foram significativamente influenciados pela aplicação dos tratamentos.

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância das características agronômicas, altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR), comprimento radicular (CR) e volume radicular (VR), do tomateiro após aplicação de subprodutos orgânicos na presença de *Meloidogyne enterolobii*. Pombal-PB, 2022.

Quadrado Médio							
*Características Agronômicas							
FV	G.L	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	CR (cm)	VR (mL)
Trat.	11	70,16 <sup>ns</sup>	0,06*	0,80*	0,10*	174,04 <sup>ns</sup>	113,81 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	67,32	0,03	0,01	0,04	93,64	73,04
CV (%)	-	<b>8,82</b>	<b>10,47</b>	<b>12,94</b>	<b>15,95</b>	<b>35,40</b>	<b>40,70</b>

\* Significativo ao nível de 0,05; <sup>ns</sup>: não significativo, pelo teste F.

Os resultados observados com alguns subprodutos empregados nesse estudo, divergem em alguns parâmetros observados recentemente por Guimarães et al. (2021), quando empregaram manipueira e extratos vegetais no controle de *M. javanica* em jiloeiro, comprovaram que não houve influência significativa no desenvolvimento vegetativo das mudas, bem como não apresentou sintomas de fitotoxicidade nas plantas. Essas divergências podem ser compreendidas por vários fatores, como a cultura empregada no estudo, bem como a espécie de nematoides, ambos diferentes do estudo em avaliação.

Analisando a Tabela 9, quanto aos teores de massa fresca de parte aérea, as melhores médias foram observadas quando as plantas de tomateiro foram tratadas com manipueira (94,40) e vinhaça (81,59) de forma isolada e também quando utilizadas em mistura (69,86), sendo superiores aos tratamentos com as testemunhas positiva e negativa (Químico).

**Tabela 9.** Altura de planta (AP), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca radicular (MFR), comprimento radicular (CR) e volume radicular (VR), do tomateiro em função da aplicação dos subprodutos orgânicos, no manejo de *Meloidogyne enterolobii*. Pombal-PB, 2022.

<b>Características Agronômicas</b>						
<i>Meloidogyne enterolobii</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>AP*</b> <b>(cm)</b>	<b>MFPA</b> <b>(g)</b>	<b>MSPA</b> <b>(g)</b>	<b>MFR</b> <b>(g)</b>	<b>CR</b> <b>(cm)</b>	<b>VR</b> <b>(mL)</b>
Água (Test.)	94,60	49,63 b	12,40 b	19,49 b	26,80	19,80
Químico (Test.)	94,40	40,26 b	15,06 a	12,85 b	37,20	10,20
Manipueira	98,40	94,40 a	20,82 a	37,61 a	31,40	26,60
Vinhaça	96,00	81,59 a	18,22 a	33,16 a	34,40	26,80
Agave	92,40	55,43 b	11,80 b	23,16 b	31,80	23,80
Pirolenhoso	92,80	61,10 b	12,65 b	24,08 b	30,40	20,60
Manipueira + vinhaça	98,20	69,86 a	11,95 b	32,97 a	26,60	23,60
Manipueira + Agave	85,80	40,36 b	10,12 b	16,60 b	24,20	17,80
Manipueira + Pirolenhoso	89,60	61,95 b	11,22 b	33,56 a	18,00	25,80
Vinhaça + Agave	91,80	51,32 b	9,01 b	18,08 b	19,80	18,00
Vinhaça + Pirolenhoso	93,20	64,38 b	11,65 b	24,61 b	21,60	21,20
Agave + Pirolenhoso	88,60	44,13 b	7,52 b	17,94 b	25,80	17,80
<b>CV (%)</b>	<b>8,82</b>	<b>10,47</b>	<b>12,94</b>	<b>15,95</b>	<b>35,40</b>	<b>40,70</b>

\* Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\log_{10}(x + 1)$ .

\*Médias seguida da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, ao nível 0,05% de probabilidade pelo Teste Scoot-knot.

Para a variável massa seca de parte aérea, a manipueira e a vinhaça também se sobressaíram sobre os demais tratamentos, atingindo médias de 20,82 e 18,22 gramas respectivamente, sendo iguais estatisticamente ao tratamento químico com média de 15,06 gramas, quanto aos demais tratamentos não diferiram entre si. Já para resultados de massa fresca radicular, com os tratamentos de manipueira e a vinhaça, tanto usadas de forma isoladas, quanto em mistura (manipueira + vinhaça), não diferiram

estatisticamente, porém, atingiram os melhores resultados, com médias de 37,61 e 33,16 e 32,97 gramas respectivamente, além desses, o tratamento usando manipueira em mistura com ácido pirolenhoso, também atingiu resultado semelhante estatisticamente, com média em torno de 33,56 gramas.

Os resultados obtidos, corroboram com estudo realizado por Elias et al. (2021), empregando a manipueira na fertirrigação subsuperficial na cultura do tomate, constataram a eficiência do composto como biofertilizante, com resultados significativos no desenvolvimento vegetativo das plantas além de ter contribuído positivamente para a manutenção dos índices de matéria orgânica e pH do solo. Araújo et al. (2017), já haviam destacado a relevância da manipueira como fertilizante, devido ao grande aporte de nutrientes, apresentado em sua composição com altos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês.

Pinto e Araújo (2019), estudando o uso de vinhaça como biofertilizante no cultivo da soja, constataram que esse subproduto, promoveu condições favoráveis para o bom crescimento das plantas, além de aumentar o acúmulo de nitrogênio e potássio no solo, podendo fazer a substituição da adubação mineral, independentemente se usada na sua forma *in natura* ou concentrada.

## 5 CONCLUSÕES

Houve efeito positivo com os subprodutos aplicados de forma isolados e misturados no desenvolvimento vegetativo do tomateiro infectados com as duas espécies de nematoides.

A aplicação dos subprodutos em mistura e isolados não diferiram entre si, porém apresentou redução no parasitismo de *M. incognita*.

Os tratamentos aplicados em misturas dos subprodutos orgânicos, promoveram maior redução do parasitismo de *M. enterolobii*.

O uso dos subprodutos orgânicos apresenta potencial biocida sobre os nematoides de galhas na cultura do tomateiro sem causar redução no seu desenvolvimento vegetativo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E.M.R; MOURA, R.M. Relações de nematoide – hospedeiro em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira**, v.26, n.1, p.27-34, 2000.

ALCÂNTARA, V. S. B; AZEVEDO, J. L. Isolamento e seleção de fungos predadores de nematoide. **Revista de Agricultura**, v.56, p.132-146, 1981.

ALMEIDA, G. D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M. C.; COELHO, I.; SOBREIR, F. M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v.61, n.1, p.4237-4247, 2008.

ALMEIDA, N. S.; CARMO, D.O.; SOUZA, J.T.; SOARES, A.C.F. Efeito da manipueira no controle de *Scutellonema bradys* e na germinação de túberas de inhame. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, p.234, 2007.

ALVARENGA JÚNIOR, E.R. **Dossiê Técnico** (Cultivo e aproveitamento do sisal). Fundação Centro Tecnológico, 2012.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate, produção em campo, casa de vegetação e hidroponia: origem botânica e descrição da planta**. p. 455, 2013.

AMARAL, A.C.T.; LIRA, V.L.; MOURA, R.M. de.; VIEIRA, P.; OLIVEIRA, T.N.T. Biocontrole de espécies de *trichoderma* sobre *Meloidogyne enterolobii*. **Anais... da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.15, n.2, p.159-166, 2018.

AMARAL, L, do; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. **Processamento da mandioca**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. SBRT, p.48, 2007.

APARICIO, J.D.; BENILEMI, C.S.; ALMEIDA; C.A.; POLTI, M.A.; COLIN, V.L. Integral use of sugarcane vinasse for biomass production of Actinobacteria: Potential application in soil remediation. **Chemosphere**, 2017.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A. DE.; ANDRADE, E. M. G.; OLIVEIRA, S. J. C.; CARDOSO, J. A. F.; SENA, L. F. Crescimento inicial de feijão *Vigna* fertirrigado com urina humana e manipueira. **Revista Espacios**, v.38, n.13, p.21-31, 2017.

BALDIN, E.L.L; WILCKEN, S.R.S.; PANNUTI, L.E.R.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; VANZEI, F.P. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.1, p.36-41, 2012.

BANDEIRA, D.A. e SILVA, O.R.R.F. Aproveitamento de resíduos/Using waste material. In: ANDRADE, Wilson (Org. e Coord.). **O Sisal do Brasil**. SINDIFIBRAS, 2006.

BARROS, P. B. **Estudo dos efeitos da aplicação da vinhaça na qualidade de solos em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), e o uso de indicadores no**

**sistema de produção, 2008.** Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/>>  
Acesso em: 21 mar. 2022.

BARROS, V.G.; DUDA, R.M.; VANTINI, J.S.; OMORI, W.P.; FERRO, M.I. Tiraboschi; OLIVEIRA, R. A. de. Improved methane production from sugarcane vinasse with filter cake in thermophilic UASB reactors, with predominance of Methanothermobacter and Methanosarcina archaea and Thermotogae bactéria. **Bioresource Tecnology**, 2017.

BEBÉ, F.V.; ROLIM, M.M.; PEDROSA, E.M.R; SILVA, G.B.; OLIVEIRA, V.S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de avaliação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.6, p.781-787, 2009.

BECKER. W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L.L; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Epagri. p.149, 2016.

BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Diagnóstico do município de Pombal. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Recife: Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. P.23, 2005.

BERNARDINO, C. A. R.; MAHLER, C. F.; VELOSO, M. C. C.; ROMEIRO, G. A.; SCHROEDER, P. Torta de Filtro, Resíduo da Indústria Sucroalcooleira – Uma Avaliação por Pirólise Lenta. **Revista Virtual Química**, v.10, n.3, p.1-23, 2018.

BHARAGAVA, R. N.; CHANDRA, R. Effect of bacteria treated and untreated postmethanated distillery effluent (PMDE) on seed germination, seedling growth and amylase activity in *Phaseolus mungo* L. **Journal of hazardous materials**. Amsterdam, v. 180, n. 1, p. 730-734, 2010.

BOTURA, M.B.; SANTOS, J.D.G.; SILVA, G.D.; LIMA, H.G.; OLIVEIRA, J.V.A.; ALMEIDA, M.A.O.; BATATINHA, M.J.M.; BRANCO, A. In vitro ovicidal and larvicidal activity of *Agave sisalana* Perr. (sisal) on gastrointestinal nematodes of goats. **Veterinary Parasitology**, v.192, p.211–217, 2013.

BRITO, J. A.; DESAEGER, J.; DICKSON, D. W. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em cultivares selecionadas de batata doce resistente a nematoides de nó de raias (*Ipomoea batatas*). **Journal of Nematology**. 2020.

CALEGARI, R.P. **Produção de Biogás a partir de Vinhaça Concentrada**. Universidade de São Paulo – Escolha Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2017.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.2, p.160-166, 2017.

CAMPOS, A. D.; OLIVEIRA, R. P. de.; UENO, B.; CASTRO, L. A. S. **Eficiência do filme fitoprotetor à base de quitosana e extrato pirolenhoso para pulverização em pomar de citros**. Circular técnica, EMBRAPA. p.2-3. 2020.

CAMPOS, A.D. Técnicas para Produção de Extrato Pirolenhoso para Uso Agrícola. **Circular Técnica 65**. Embrapa Clima Temperado, p.1-4. 2007

CANTU, R.R., WILCKEN, S.R.S.; ROSA, J.M.O.; GOTO, R. Reação de porta enxertos de tomateiros a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.3, p.124-126, 2009.

CARDOSO, E.; CARDOSO, D.; CRISTIANO, M.; SILVA, L.; BACK, A. J.; BERNADIM, A. M.; PAULA, M. M. S. Use of manihot esculenta, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. **Research Journal of Agronomy**, v.3, p.1-8, 2009.

CARDOSO, R. B.; ARAÚJO, F. F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1283-1288, 2011.

CARES, J. E.; LOPES, C. M. L. **Nematologia no contexto internacional e brasileiro: ameaças à sustentabilidade da agricultura e à segurança alimentar**, p.22-27. In: ARAÚJO FILHO, J. V.; GOMES, C. B.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; BELLÉ, C.; MOCCELLIN, R. (ed.). Nematologia: problemas emergentes e estratégias de manejo. Congresso Brasileiro de Nematologia. p.24-29, 2018. Embrapa, DF. ISBN 978-85-7035-813-4. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/> Acesso em: fev. 2022.

CARNEIRO, R. M. D. G.; MONTEIRO, T. S. A.; ECKSTEIN, B.; FREITAS, L. G. **Controle de nematoides fitoparasitas**. In: Fontes, E. M. G.; Valadares, M. C. (Ed). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: Embrapa. p.371-413, 2020.

CARNEIRO, R.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 25, n.1, p. 35-44, 2001.

CARVALHO, C. R. F.; PONCIANO, N. J.; DE SOUZA, C. L. M. Levantamento dos agrotóxicos e manejo na cultura do tomateiro no município de Cambuci-RJ. **Revista Ciência Agrícola**, v.14, n.1, p.15-28, 2016.

CARVALHO, J. C. BORGHETTI, I. A.; CARTAS, L. C.; WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, V. T.; SOCCOL, C. R. Biorefinery integration of microalgae production into cassava processing industry: Potential and perspectives. **Bioresource Technology**, p.1-8, 2017.

CARVALHO, J. L. de; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**. (Edição especial). Ano 6, n.58, p.8, 2007.

CEPULITÉ, R.; DANQUAH, W.B.; BRUENING, J.; WILLIAMSON, V. Potente attractant root-knot nematodes in exudates from seedling root tips of two host species. **Scientific Reports**, 8:10847, 2018.

CHARCHAR J. M; ARAGÃO F. A. S. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em cultivares de tomate e pepino sob estufa plástica e campo. **Nematologia Brasileira**. v.29, p.243-249, 2005.

CHAVES, A.L.R. **Boletim Técnico: Aspecto Fitossanitários da Cultura da Alface**. Instituto Biológico. n.29, p.1-126, 2017.

CHIAMENTI, L.; FRATTA, L. X. S.; PICOLI, S. U.; KREUTZ, O. C.; MORISSO, F. D. P.; MOURA, A. B. D. Ação antibacteriana do licor pirolenhoso sobre coliformes. **Revista Conhecimento Online**, v.2, p.47-54, 2016.

CHITOLINA, G. de M.; HARDER, M. N. C. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, vol.10, n.2, p.08-24, 2020.

CIBIS E.; KRZYWONOS, M.; MIĘKIEWICZ, T. Aerobic biodegradation of potato slops under moderate thermophilic conditions: effect of pollution load. **Bioresource Technology**, v.4, p.679- 85, 2006

COLIN, V.L., JUÁREZ, C.A.A., APARÍCIO, J.D., AMOROSO, M.J. **Potential application of a bioemulsifier-producing actinobacterium for treatment of vinasse**. **Chemosphere**, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento**. – v.211, 2019. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, Belgian: State of Nematology and Entomology Research Station, p.77, 1972.

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

DAMASCENO J.C.A.; SOARES A.C.F.; JESUS F.N.; SANT'ANA R.S. 2015. Sisal leaf decortication liquid residue for controlling *Meloidogyne javanica* in tomato plants. **Horticultura Brasileira**, p.155-162, 2015.

DIJAN, C.; PONCHET, M.; CAYROL, J.C. Nematological properties of carboxylic acids and derivatives. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.50, p.229-239, 1994.

DOMINGUES, S. C. DE O.; MATOS, D.L. de; CARVALHO, M. A. C.; RABELO, H.O.R.; YAMASHITA, O.M.; KARSBURG, I.V. Atividade antifúngica de extratos vegetais em *Rhizoctonia* sp. isolado de orquídea. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, p.1-17. 2020.

DUARTE, A.S.; SILVA, Ê.F.F.; ROLIM, M.M.; FERREIRA, R.F.A.L.; MALHEIROS, S.M.M.; ALBUQUERQUE, S.S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição a adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.262- 267, 2012.

ELIAS, N. C.; MENDONÇA, V. C. M.; ALVES, R. J. F.; GUTERRES, G. R.; BERNARDES, R. H.; BIANCHI, V. L. D. Uso da manipueira na produção sustentável de tomateiros. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.7, p.75657-75676, 2021.

ELLING, A. A. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. **Phytopathology**, v. 103, n. 11, p. 1092-1102, 2013.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus, AM, NORMA EDITORA, 2016.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. 1.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p-306. 2010.

FIALHO, M. L.; CARNEIRO, A. P. C.; REIS, K. P.; CAMPOS, O. N. de; FRANCO, M. V. O impacto da vinhaça produzida pela cana-de-açúcar na produção de etanol – poluição ambiental. **Revista Científica Intraciência**. 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.412. 2008.

FILHO, J.U.T.B.; FREITAS, P.S.L.de.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliça-fruto**. p. 535, 2018.

FONSECA, W.L.; de ALEMIDA, F.A.; LEITE, M.L.T.; de OLIVEIRA, A.M.; PROCHNOW, J.T.; da LUZ RAMOS, L.; CARVALHO, R. M. Influência de manipueira sobre *Meloidogyne javanica* em soja. **Revista de Ciências Agrárias**. 2017.

FREITAS V.M.; SILVA J.G.P.; GOMES C.B.; CASTRO J.M.C.; CORREA V.R.; CARNEIRO R.M.D.G. Status de hospedeiro de frutas cultivadas selecionadas para *Meloidogyne enterolobii*. **European Journal of Plant Pathology**. 2016.

GARCIA, C. A. B. ANDRADE, A. C. S.; MENESES, A. L. de; ANDRADE, T. J.; GARCIA, H. L. Caracterização química do efluente do processamento de mandioca em Sergipe. In: Safety, health and environment world congress, **Anais... Copec**, p.64 – 67, 2014.

GARCIA, K. G. V.; GOMES, V. F. F.; ALMEIDA, A. M. M.; MENDES, P. F. Micorrizas arbusculares no crescimento de mudas de sabiá em um substrato proveniente da mineração de manganês. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.11, n.2, p.15-20, 2016.

GREWAL, A.; ABBEY, L.; GUNUPURU, L. R. Production, prospects and potential application of pyrolygneous acid in agriculture. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v.135, p.152-159, 2018.

GUIMARÃES, N. N.; SILVA, R. V.; GUIMARÃES, L. N.; SANTOS, A. S.; CAMPOS, I. C. A.; RAMOS, G. A. Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de *meloidogyne javanica* em jiloeiro. Universidade Federal de Lavras, Instituto Federal Goiano. **HOLOS**, v.8, p.10311, 2021.

HARTMAN, K.M.; SASSER, J.N. **Identification of *Meloidogyne* species on the basis of different al host testand perineal-patternmorphology**. In: Barker, K.R., Carter. C.C; SASSER, J.N. (Ed). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Methodology, North Carolina State University Graphics, Raleigh, p.69-77, 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 02 fev. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 15 fev. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 23 fev. 2021.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, **Assistência Técnica e Extensão Rural**. Tomate. p.430, 2010.

JATALA, P.; SALAS, R.; BOCANGEL, M. Multiple application and long-term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field condition. **Journal of Nematology**, v.13, n.4, p.445, 1981.

JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal-flotation technnique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, p.48, 1964.

KHAN, A.; ASIF, M.; TARIQ, M.; REHMAN, B.; PARIHAR, K.; SIDDIQUI, M.A. Reserch article: Phytochemical investigation, nematostatic and nematicidal potential of weeds extract against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in vitro. **Asian Journal of Biological Sciences**. p.38-46, 2017.

KOBAYASHI, B. F.; AMARAL, D. F. Efeito de extratos vegetais de plantas do Cerrado para controle de pinta-preta em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v.44, n.2, p.189-192, 2018.

KUHN, P. R.; BELLE, C.; REINEHR, M. & KULCZYNSKI, S. M. Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosa no controle de *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v.45, p.150, 2015.

LEAL, T. T. B., OLIVEIRA, F. É. R., OLIVEIRA, V. C., GONZALEZ, S. D. P., SILVA, R. M. S. REIS, A. S., SILVA, R. Extrato de pimenta dioica no controle in vitro de *Aspergillus niger*, patógeno da cultura do sisal. **Magistra**, v.28, n.2, p.254-260, 2016.

LIMA JUNIOR, J. C. Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. **Revista Extensão em Foco**, v.7, n.1, p.6-22, 2019.

LOBO, J. M. **Controle biológico de patógenos de solo**. In: Bernardo de Almeida Halfeld Vieira et al. Defensivos Agrícolas Naturais Uso e Perspectivas. Brasília, DF: Embrapa. p.81-100, 2016.

LOPES, C.A. **Guia de identificação das doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.30, 2000.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. de. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.151, 2005.

LOURENÇO, Y.B.C.; LIMA, N.S.L.; SOUZA, E.C. de., SILVA, B.R.F. SILVA, K.C. A. da.; GOMES, S.H.B.; NASCIMENTO, M.B.; PIMENTA, A.S. Influência do Extrato Pirolenhoso na germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.3, p.31016-31035, 2021.

MABELE, A. S., & NDONG'A, M. F. O. Efficacy of guava (*Psidium guajava*) mulch allelopathy in controlling tomato (*Solanum lycopersicum*) weeds. **East African Journal of Agriculture and Biotechnology**, n.1, v.1, p.7-11, 2019.

MACHADO, A.C.Z. Ataques de nematoides custam R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. **Revista Agrícola**. 2015.

MACHADO, A.C.Z.; KANEKO, L.; PINTO, S.V. **Controle Biológico**. In: Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAmt. Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. p.287-312, 2016.

MADEIRA, J. G. F. Ecological analysis of hydrogen production via biogas steam reforming from cassava flour processing wastewater. **Journal of Cleaner Production**, v.162, p.709-716, 2017.

MAGALHÃES, C.P.; XAVIER-FILHO J.; CAMPOS, F.A.P. Biochemical basis of the toxicity of manipueira (liquid extract of cassava roots) to nematodes and insects. **Phytochemical Analysis**. p.57-60, 2000.

MAHMUD, K. N.; YAHAYU, M.; SARIP, S. H.MD.; NURUL, H. R.; MIN, B.; MUSTAFA, N. F.; NGADIRAN, S.; UJANG, S.; ZAKARIA, Z. A. Evaluation on Efficiency of Pyrolytic Acid from Palm Kernel Shell as Antifungal and Solid Pineapple Biomass as Antibacterial and Plant Growth Promoter. **Sains Malaysiana**, v.45, n.10, p.1423-1434, 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/). Acesso em: 15 abril 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: **AGROFIT**. 2020. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons.](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.)> Acesso em: 29 março 2021.

MARINI, P.M., GARBUGLIO, D.D., DORIGO, O.F., MACHADO, A.C.Z. Histological characterization of resistance to *Meloidogyne incognita* in Avena sativa. **Tropical Plant Pathology**, v.41, p.203 – 209, 2016.

MARRO, N.; LAX, P.; CABELLO, M.; DOUCET, M. E.; BECERRA, A. G. Use of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* as biological control agent of the

nematode *Nacobbus aberrans* parasitizing tomato. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.57, n.5, p.668-674, 2014.

MARTINS, M. C. B.; SANTOS, C. D. G. Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.1, p.135-142, 2016.

MELO, T. A.; SERRA, I. M. R. S. Materiais vegetais aplicados ao manejo agroecológico de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v.45, n.1, p.97-103, 2019.

MELO, T. A.; SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S.; SOUSA, R. M. S. Produtos naturais aplicados para manejo de *Meloidogyne incognita* em tomateiros. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, p.223-227, 2012.

MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. ed. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p.368, 2001.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso do Fino de Carvão e Licor Pirolenhoso. In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS, Controle ecológico de pragas e doenças: APAN, p.161-176, 2001.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Quantidade de Agrotóxico Comercializado por Classe de Periculosidade Ambiental**. 2020. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11294-quantidade-de-agrotoxico>>. Acesso em: 15 maio 2021.

MORAES, B. S.; JUNQUEIRA, T. L.; PAVANELLO, L. G.; CAVALETT, O.; MANTELATTO, P. E.; BONOMI, A.; ZAIAT, M. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: Profit or expense? **Applied Energy**, v.113, p.825–835, 2014.

MOREIRA, F. J. C.; SANTOS, C. D. G.; INNECCO, R; SILVA, G. S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2, com óleos essenciais em solo. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.3, p.207-213, 2015.

NAKAI, T.; KARTAL, S.N.; HATA, T.; IMAMURA, Y. Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bio-efficiency. **Building and Environment**, v.42, p.1236-1241, 2007.

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

NEVES, W.S.; PEREIRA, D.F.; LOPES, E.A.; OLIVEIRA, P.M. de. **Óleos e extratos de origem vegetal para o controle de doenças de plantas**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Departamento de Informação Tecnológica. Circular Técnica, n.314, 2020.

- NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV. p.464, 2016.
- OLIVEIRA, A. A., COSTA, A. F., LAZZARINI, A., FORNAZIER, M., SOUZA, I. D. M.; ANDRIKOPOULOS, F.B.; RODRIGUES, L.A.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S. Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. **Revista Científica Intelletto**. v.3, n.3, p.20-25, 2019.
- OLIVEIRA, A. K., PEREIRA, K. C., MULLER, J. A., & MATIAS, R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, p.41-47, 2014.
- OLIVEIRA, S. C.; MIOTO, L. S.; REZENDE, M. K. A.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L. Efeitos da aplicação da vinhaça em capim aruana (*Panicum maximum* jacq. cv. *aruana*). **Enciclopédia biosfera**, v.11 n.22, p.1096-1106, 2015.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, v.66, n.4, p.1-46, 1966.
- ORAMAHI, H. A.; YOSHIMURA, T.; DIBA, F.; SETYAWATI, D.; NURHAIDA. Antifungal and antitermitic activities of wood vinegar from oil palm trunk. **Journal of wood science**, v.64, n.3, p.311-317, 2018.
- PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; ALBUQUERQUE, P. H. S.; CUNHA, A. C. Supressividade de nematóides em cana-de-açúcar por adição de vinhaça ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.197-201, 2005.
- PEREIRA-CARVALHO, R. C.; RESENDE, R. O.; DUVAL, A. Q.; COSTA, H.; LOPES, C. A.; BOITEUX, L. S.; LIMA, M. F.; PINHEIRO, J. B.; SOUZA, C. A. Doenças do tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Sociedade Brasileira de Fitopatologia (SBF)**, 2014.
- PINHEIRO, J. B. **Nematóides em hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Livro técnico (INFOTECA-E). 2017.
- PINHEIRO, J. B.; MELO, R. A. C.; RAGASSI, C.F. **Manejo de Nematoides em Hortaliças Sob Plantio Direto**. EMBRAPA. Circular técnica. 2019.
- PINHEIRO, J. B.; SILVA, G. O. da; BISCAIA, D.; MACEDO, A. G.; SUINAGA, F. A. Characterization of lettuce genotypes for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Horticultura Brasileira**, v.38, n.3, p.239-245, 2020.
- PINHEIRO, J.B.; BOITEUX, L.S.; PEREIRA, R.B.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. **Identificação de espécies de *Meloidogyne* em tomateiro no Brasil**. Embrapa, p.16, 2014.
- PINTO, L. E. V. e ARAUJO, F. F. de. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. **Jornal Unoeste/ Colloquium Agrariae**, v.15. n.5, 2019.

PINTO, P. H. M.; CAMILE, E.; A.; CABELLO, C. Tratamento de manipueira de fecularia em biodigestor anaeróbio para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação. **Revista Energia na Agricultura**, v.26, n.3, p.127-140, 2011.

PONTE, J. J. **Uso da manipueira como insumo agrícola: Defensivo e Fertilizante**. In: Cereda, M. P. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, p.80-95, 2001.

PUIATTI, M. **A arte de cultivar hortaliças** / Mario Puiatti. Viçosa, MG: UFV, CEAD, n.40, p.41-49, 2019.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F.; MEDEIROS, J.C.; FRANCO, C.F.O. **Sisal (*Agave sisalana*, Perrine): Tecnologias de plantio e utilização**. 1ed. p.217 f.: il. Color, 2021.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; LOURENÇO JUNIOR, V. Manejo de doenças foliares do tomateiro. **Hortaliça em Revista**, n.24, p.12-13, 2018.

RAO, M. S.; UMAMAHESWARI, R.; PRITI, K.; RAJINIKANTH, R.; GRACE, G. N.; KAMALNATH, M. Role of Biopesticides in the Management of Nematodes and Associated Diseases in Horticultural Crops, In: **Plant, Soil Microbes**, Springer International Publishing, Cham, p.117–148, 2016.

REIS, C. E. R.; HU. B. Vinasse from sugarcane ethanol production: Better treatment or better utilization? **Frontiers in Energy Research**, v.5, p.1–7, 2017.

RIBAS, M. M. F.; CEREDA, M. P.; VILLAS BOAS, R. L. Use of cassava wastewater treated anaerobically with alkaline agents as fertilizer for maize (*Zea mays* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 1, p. 55-62, 2010.

RIBEIRO, B. D.; ALVIANO, D. S.; BARRETO, D. W.; COELHO, M. A. Z. Functional properties of saponins from sisal (*Agave sisalana*) and juá (*Ziziphus joazeiro*): Critical micellar concentration, antioxidant and antimicrobial activities. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v.436, p. 736-743, 2013.

ROCHA, T. L.; EVARISTO, R. G. S.; GROSSI-DE-SÁ, M. F.; LIMA e SOUZA, D. S.; SILVA, C. M.; POLEZ, V. L. P.; ROESNER, U.; BACIC, T. **Nematotoxic composition of synergistic effect, use a nematotoxic composition of synergistic effect**. United States Patent and Trademark Office – USA, 2017.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação verde. **Revista Ciência Agrônômica**, v.46, p.826-835, 2015.

SALVADOR, M. A. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para a produção de mudas de eucalipto. **Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, p.175-188, 2012.

SANTANA, H.; CEREIJO, C. R.; TELES, V. C.; NASCIMENTO, R. C.R.; FERNANDES, M. S.; BRUNALE, P.; CAMPANHA, R. C.; SOARES, I. P.; SILVA, F.

C. P.; SABAINI, P. S.; SIQUEIRA, F. G.; BRASIL, B. S. A. F. Microalgae cultivation in sugarcane vinasse: Selection, growth and biochemical characterization. **Bioresource Technology**, v.228, p.133–140, 2017.

SANTOS, A. M.; ALMEIDA, F. A.; FONSECA, W. L.; LEITE, M. L. T.; PEREIRA, F. F.; CARVALHO, R. M. Ácido pirolenhoso no manejo de nematoides das galhas na cultura da alface. **Revista Espacios**, v.38, n.43, p.1- 9, 2017.

SANTOS, A. R. B.; ALMEIDA, F. A.; LEITE, M. L. T.; FONSECA, L. W.; NETO, F. A.; PEREIRA, F. F.; CARVALHO, R. M.; BARRETO, A. F.; SANTOS, T. S. Biocontrole no manejo de *Pratylenchus brachyurus* na soja Biocontrol in the management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, p.776-785, 2019.

SANTOS, A. Y. O.; SILVA JÚNIOR, D. N.; FREIRE, M. M.; NETO, J. V. E.; MORAIS, E. G.; SILVA, G. G. C. Desenvolvimento radicular da rúcula a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.3, n.3, p.1085-1095, 2020.

SANTOS, B. K. S. dos; GASPARIN, E.; VENTURA, R. F. S. Uso da manipueira de mandioca (*Manihot Esculenta*) como biofertilizante e bioinseticida na cultura da alface (*Lactuca Sativa*). Artigo publicado em Cadernos de Agroecologia — ISSN 2236-7934 — **Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF** — v.13, n.1, 2018.

SANTOS, C.A.F. **Produção de mudas do BRS Guaraçá: porta-enxerto de goiabeira resistente ao nematoide das galhas**. EMBRAPA. Comunicado técnico. 2020.

SANTOS, D.; ABRANTES, I.; MALEITA, C. Nematóide das galhas de quarentena *Meloidogyne enterolobii*: Um potencial ameaça para Portugal e Europa. **Plant Pathology**. 2019.

SCHNITZER, J. A.; SU, M. J.; VENTURA, M. U.; FARIA, R.T. Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. **Revista Ceres**, v.62, n.1, p.101-106, 2015.

SCHWAMBORN, T.; PASSOS, C.; COUDEL, E. **O avanço do agrotóxico**. Cartilha. Consolidando a agricultura familiar no planalto de Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra - PA. 2020.

SIKANDAR, A.; ZHANG, M. Y.; WANG, Y. Y.; ZHU, X. F.; LIU, X. Y.; FAN, H. Y., & DUAN, Y. X. *Meloidogyne incognita* (root-knot nematode) a risk to agriculture. **Applied Ecology and Environmental Research**. p.1679-1690. 2020.

SILVA, A. J. N. da; CABEDA, M. S. V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si E Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p.447-457, 2005.

SILVA, G.S.; SANTOS, J.M; FERRA, S. Novo método de coloração de ootecas de *Meloidogyne* sp. **Nematologia Brasileira**. p.6-7, 1988.

SILVA, J. E. V. da C.; ALMEIDA, V. R. A.; FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P. de. **Uso da manipueira em culturas alimentares**. COINTER PDV Agro. ISSN: 2526-7701. DOI: 10.31692/2526-7701. 2020.

SILVA, S. D.; CARNEIRO, R. M. D. G.; FARIA, M.; SOUZA, D. A. MONNERAT, R. G. LOPES, R. B. Avaliação de *Pochonia chlamydosporia* e *Purpureocillium lilacinum* para supressão de *Meloidogyne enterolobii* em tomate e banana. **Journal Nematology**. p.77–85. 2017.

SOUSA, A. J. S.; SOUZA, P. F. N.; GIFONI, J. M.; DIAS, L. P.; FREITAS, C. D. T.; OLIVEIRA, J. T. A.; SOUSA, D. O. B. VASCONCELOS, I. M. Scanning electron microscopy reveals deleterious effects of Moringa oleifera seed exuded proteins on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* eggs. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. In Press, 2019.

SOUZA, R. R. C. de; SANTOS, C. A. F; S.; COSTA, S. R da. Field resistance to *Meloidogyne enterolobii* in a *Psidium guajava* × *P. guineense* hybrid and its compatibility as guava rootstock. **Fruits**, v.73, n.2, p.118-124, 2018.

SURESH, G.; PAKDEL, H.; ROUISSI, T.; BRAR, S. K.; FLISS, I.; ROY, C. In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of pyroligneous acid from softwood mixture. **Biotechnology Research and Innovation**, In Press, 2019.

TALAMINO, V.; NUNES, M. U. C. **Estratégias de controle das principais doenças do tomateiro orgânico na região central de Sergipe**. Comunicado Técnico, EMBRAPA. 2018.

TAZI, H.; HAMZA, M. A.; HALLOUTI, A.; BENJLIL, H. IDHMIDA, A.; FURZE, J. N.; PAULITZ, T.C. MAYAD, E.H.; BOUBAKER, H.; MOUSADIK, A. E. Biocontrol potencial of nematophagous fungi Against *Meloidogyne* spp. infecting tomato. **Organic Agriculture**, 2020.

TIKU, A. R. **Antimicrobial compounds and their role in plant defense**. In: (Ed.). *Molecular Aspects of Plant-Pathogen Interaction*: Springerp, p.283-307, 2018.

TRIACA, T.; CAVIÃO, H. C.; PANSERA, M. R.; VENTURIN, L.; SARTORI, V. C. Detection of antifungal activity of plant extracts on *Alternaria citrus*. **Summa Phytopathologica**, v.44, n.2, p.185-188, 2018.

TUN, Z. M.; ZAW, M.; AYE, S. S.; O. S. P.; NAING, T. A. A. Evaluation of plant extracts against rice blast disease caused by *Pyricularia grisea*. **Journal of Agricultural Research**, v.5, n.1, p.37-43, 2018.

VAZQUEZ, G. H., BORTOLIN, R., VANZELA, L. S., DOS SB BONINI, C., & NETO, A. B. Uso de fertilizante organofosfatado e torta de filtro em cana-planta/use of organophosphated fertilizer and filtercake in plant-cane. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.9, n.1, p.53-64, 2015.

VENZON, M. **Manejo agroecológico das pragas das fruteiras**. Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2016.

VIDAL, L. A.; GRYNBERG, P.; PETITOT, A. S.; MOTA, A. P. Z.; TOGAWA, R. C. FERNANDES, D.; ALBUQUERQUE, E. V. S. Validação de sequências candidatas de silenciamento gênico de *Meloidogyne incognita*. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. 2019.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; SANGI, S. C.; FREIRE, T. C.; FONSECA, A. S. Extratos de espécies de *Capsicum* no controle in vitro de patógenos de importância agrícola. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.14, n.25, p.673. 2017.

VIEIRA, R. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; RITZINGER, R.; LUQUINE, L.; SANTOS, J. F.; CRUZ, E. S.; LEDO, C. D. S. Manipueira e urina de vaca no manejo de mudas de aceroleira infestadas por *Meloidogyne javanica*. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: **Anais...Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura**, 2010.

VILAR, D. S.; CARVALHO, G. O.; PUPO, M. M. S.; AGUIAR, M. M.; TORRES, N. H.; AMÉRICO, J. H. P.; CAVALCANTI, E. B.; EGUILUZ, K. I. B.; SALAZAR-BANDA, G. R.; LEITE, M. S.; FERREIRA, L. F. R. Vinasse degradation using *Pleurotus sajor-caju* in a combined biological – electrochemical oxidation treatment, Separation and Purification. **Technology**, 2018.

VOLL, C.E. **Aplicação de vinhaça e do extrato de palhico de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas**. 2005. 45f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

WU, Q.; ZHANG, S.; HOU, B.; ZHENG, H.; DENG, W.; LIU, D.; TANG, W. Study on the preparation of wood vinegar from biomass residues by carbonization process. **Bioresource technology**, v.179, p.98–103, 2015.

XU, J.; PEILEI, L.; QINGPENG, M. HAI, L. Characterization of *Meloidogyne* species from China isozyme phenotypes and amplified mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphism. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.110, p.309-315, 2004.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, M.S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1361-1374, 2011.