



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE BIOTECNOLOGIA**  
**BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA**

**TARCÍSIO DE ALBUQUERQUE MARTINS**

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO PLANTIO DO TOMATE CV.  
SANTA CLARA (*Solanum lycopersicum* L.) PARA AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO  
POR NEMATOIDE-DAS-GALHAS (*Meloidogyne* spp.)**

**JOÃO PESSOA**

**2018**

**Tarcísio de Albuquerque Martins**

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO PLANTIO DO TOMATE CV.  
SANTA CLARA (*Solanum lycopersicum* L.) PARA AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO  
POR NEMATOIDE-DAS-GALHAS (*Meloidogyne* spp.)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito para obtenção do Título de Biotecnologista.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adna Cristina Barbosa de Sousa/UFPB

**Co-orientadora:** M.Sc. Silvana Alves dos Santos/EMPASA/PB

JOÃO PESSOA/PB

2018



**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M386u Martins, Tarcísio de Albuquerque.

Utilização de diferentes substratos no plantio do Tomate cv. Santa Clara (*Solanum lycopersicum* L.) para avaliação da infestação por nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) / Tarcísio de Albuquerque Martins. - João Pessoa, 2018.

47 f. : il.

Orientação: Adna Cristina Barbosa de Sousa.

Coorientação: Silvana Alves dos Santos.

Monografia (Graduação) - UFPB/CBiotec.

1. Nematoide-das-galhas. 2. Compostagem. 3. Tomate de mesa. 4. Adubação. I. Sousa, Adna Cristina Barbosa de. II. Santos, Silvana Alves dos. III. Título.

UFPB/BC

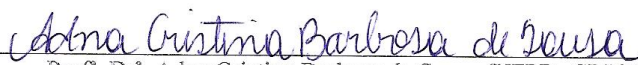
Tarcísio de Albuquerque Martins

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO PLANTIO DO TOMATE CV.  
SANTA CLARA (*Solanum lycopersicum* L.) PARA AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO  
POR NEMATOIDE-DA-GALHA (*Meloidogyne* spp.)

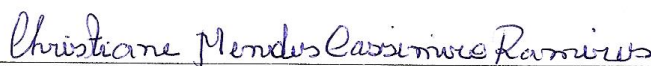
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido ao Curso de Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Biotecnologia.

Aprovado em 31 de outubro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adna Cristina Barbosa de Sousa (UFPB- CBIOTEC)  
(Orientadora)



Dr.<sup>a</sup> Christiane Mendes Cassimiro Ramires (EMEPA/PB)  
(Examinadora)



Prof. Dr. Luciano Coutinho Silva (UFPB-CBIOTEC)  
(Examinador)

ii

“...Sempre há uma esperança para aqueles que esperam firmes nas promessas do Senhor, o Deus do impossível...”  
Fernanda Brum

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, que, através de sua infinita graça me deu forças para chegar até aqui. Dedico a mim, que por toda dificuldade sempre acreditei no meu potencial e a todos que estiveram comigo nessa longa jornada, meus amigos, familiares, colegas de trabalho, colegas de curso e aos meus professores.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo seu amor e graça em minha vida sempre me dando forças todas as vezes que pensei em desistir.

Aos meus pais, por toda confiança depositada e pelo incentivo na minha vida estudantil.

À minha irmã Taciana pelo apoio durante esses anos de graduação que mesmo cansada, não media esforços para me levar a universidade. Dentre outros favores.

Aos meus primos, tios e amigos que contribuíram direta ou indiretamente na realização desse trabalho e na minha vida acadêmica.

As amigas da graduação: Aline, Camila, Cely e Teresa, vocês são especiais na minha vida.

À equipe da EMPASA, Silvana, Alisson, Seu Tarcísio e em especial a Silvana Alves que se não fosse pela pessoa dela, nada disso teria acontecido. Muito obrigado!

À equipe da EMEPA, Christiane, Herbet, Ailton e demais servidores que me recebeu de braços abertos fazendo de tudo para que o trabalho fosse concretizado e compartilhando seus conhecimentos comigo. Muito obrigado!

À Professora Dr<sup>a</sup>. Adna Cristina Barbosa de Sousa que com muito carinho e dedicação me orientou nesse trabalho.

À minha equipe maravilhosa da pediatria do Hospital Napoleão Laureano onde eu passei todos esses anos da graduação compartilhando com vocês minha luta que é trabalhar e estudar. Obrigado por me deixar estudar quando tinha prova no outro dia. Obrigado por me incentivarem a não desistir. Obrigado pela amizade e compreensão. Amo vocês: Edineuma, Sergiana, Sandra, Ana Lucia, Rejane, Elisângela, Lucilene e Sônia.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Tomateiro ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	14
<b>Figura 02.</b> Tomate cv. Santa Clara .....	15
<b>Figura 03.</b> <i>Meloidogyne incognita</i> .....	17
<b>Figura 04.</b> Ciclo do nematoide .....	18
<b>Figura 05.</b> Tomateiro sadio e contaminado por nematoide-das-galhas .....	19
<b>Figura 06.</b> Leira de compostagem .....	21
<b>Figura 07.</b> Disposição dos tubetes nas bandejas.....	26
<b>Figura 08.</b> Plântulas do tomateiro vista de cima após 5 dias de germinação.....	30
<b>Figura 09.</b> Tomateiros em desenvolvimento nos diferentes substratos após 10 dias de germinação.....	30
<b>Figura 10.</b> Média dos parâmetros mensurados após 13 e 28 dias da germinação.....	31
<b>Figura 11.</b> Desenvolvimento dos tomateiros cultivados em cada substrato utilizado .....	34
<b>Figura 12.</b> Diferença no desenvolvimento dos tomateiros nos três tipos de substratos 49 dias após a germinação .....	35
<b>Figura 13.</b> Sistema radicular do tomateiro <i>Solanum lycopersicum</i> plantado no composto orgânico da EMPASA após 49 dias de germinação.....	36
<b>Figura 14.</b> Sistema radicular do tomateiro <i>Solanum lycopersicum</i> plantado no substrato da EMEPA.....	38
<b>Figura 15.</b> Sistema radicular do tomateiro <i>Solanum lycopersicum</i> plantado no solo da mata.....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> – Composição físico-química do composto orgânico produzido na EMPASA.....	28
<b>Tabela 02</b> – Índice de germinação do tomateiro em diferentes substratos. ....	29
<b>Tabela 03</b> – Número de tomateiros contaminados com nematoides cultivados em diferentes substratos .....	33

Martins, Tarcísio de Albuquerque. Utilização de diferentes substratos no plantio do Tomate cv. Santa Clara (*Solanum lycopersicum* L.) para avaliação da infestação por nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) – Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

## RESUMO

O adubo orgânico é um fertilizante proveniente de resíduos de origem vegetal e animal, além de oferecer nutrientes para as plantas funcionando como bioestimulante, atuam como condicionantes melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo. Esse adubo pode ser formado através da compostagem de resíduos sólidos orgânicos que não são reaproveitados pela população e pela indústria, constituindo uma problemática ao ambiente quando descartado de forma incorreta. O reaproveitamento desses resíduos garante, de forma efetiva, a reciclagem e a valorização de biomassas. Portanto, o objetivo do trabalho foi realizar a análise do composto orgânico de origem vegetal em detrimento a outros substratos, no desenvolvimento do Tomate cv. Santa Clara, visando à seleção de um substrato livre de contaminação por nematoide-das-galhas e com potencial para produção de mudas. Para isso, utilizou-se três tratamentos: composto orgânico produzido e comercializado pela EMPASA, substrato formado por areia, esterco e barro produzido pela EMEPA e o solo da mata. Foram semeadas 104 sementes do Tomate cv. Santa Clara para cada tratamento, totalizando 312 sementes. Avaliou-se a quantidade de sementes germinadas, tamanho da planta, diâmetro do caule e número de folhas nos intervalos de 13 e 28 dias após a germinação. Após 49 dias de germinação foi avaliado o sistema radicular da planta para determinação da contaminação por nematoide-das-galhas. Como resultado obteve-se um melhor desempenho dos tomateiros plantados no composto orgânico em detrimento aos demais substratos. Após 28 dias de germinação o tomateiro cultivado no composto orgânico apresentou uma média de 13,07 cm de altura, 6,5 cm no substrato da EMEPA e 7,12 cm no solo da mata. Algumas plantas que foram cultivadas no substrato da EMEPA e no solo da mata apresentaram contaminação por nematoide-das-galhas após 49 dias da germinação, diferentemente daquelas que estavam plantadas no composto orgânico, onde nenhuma planta apresentou contaminação. Conclui-se então que o composto orgânico derivado da EMPASA não estava contaminado por nematoide-das-galhas quando utilizado no plantio do Tomate cv. Santa Clara, bem como proporcionou um desenvolvimento superior da planta em detrimento aos outros substratos utilizados. Portanto, o composto orgânico produzido pela EMPASA apresenta potencial para cultivo e produção de mudas de forma sustentável e livre de contaminação por nematoide-das-galhas.

**Palavras-chave:** Nematoide-das-galhas, Compostagem, Tomate de mesa, Adubação.

Martins, Tarcísio de Albuquerque. Use of different substrates in the planting of Tomato Santa Clara (*Solanum lycopersicum* L.) for evaluation of nematode-gall infestation (*Meloidogyne* spp.). Course Completion Work (Biotechnology) – Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

## ABSTRACT

The organic fertilizer is the fertilizer coming from residues of vegetal and animal origin and besides offering nutrients for the plants functioning as biostimulant, act as conditioners improving the physical, chemical and biological characteristics of the soil. This compost can be formed through the composting of organic solid waste that is not reused by the population and industry, constituting a problem to the environment when discarded incorrectly. The reuse of these wastes effectively ensures the recycling and recovery of biomass. Therefore, the objective of this work was to perform the analysis of the organic compound of vegetal origin in detriment to other substrates, in the development of Tomato Santa Clara, aiming at the selection of a substrate free of contamination by nematode-gall and with potential for production seedlings. For this, three treatments were used: organic compound produced and commercialized by EMPASA, substrate formed by sand, manure and clay produced by EMEPA and the soil of the forest. One hundred and four seeds of Tomato Santa Clara were sown for each treatment, totaling 312 seeds. The number of germinated seeds, plant size, stem diameter and number of leaves were evaluated at intervals of 13 and 28 days after germination. After 49 days of germination the root system of the plant was evaluated to determine the contamination by the nematode-gall. As a result a better performance of the tomatoes planted in the organic compound was obtained to the detriment of the other substrates. After 28 days of germination, the tomato cultivated in the organic compost presented an average of 13.07 cm in height, 6.5 cm in the EMEPA substrate and 7.12 cm in the forest soil. Some plants that were cultivated on the EMEPA substrate and in the forest soil were contaminated by nematodes after 49 days of germination, differently from those that were planted in the organic compound, where no plants were contaminated. It was concluded that the organic compound derived from the composting of vegetable residues was not contaminated by the greenhouse nematode when used in the planting of Tomato Santa Clara, as well as provided a superior development of the plant in detriment to the other substrates used. Therefore, the organic compound produced by EMPASA presents potential for cultivation and production of seedlings in a sustainable manner and free of contamination by the nematode- gall.

**Key words:** Gannet nematode, Composting, Table tomatoes, Fertilization.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1 Objetivo geral. ....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
3.1 Tomate cv. Santa Clara.....	14
3.2 Nematóide da galha. ....	17
3.3 Compostagem orgânica .....	20
3.4 Composto orgânico.....	23
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1 Local de instalação do experimento. ....	25
4.2 Origem das sementes do tomateiro.....	25
4.3 Origem dos substratos. ....	25
4.4 Análise físico-química do composto orgânico .....	25
4.5 Germinação das sementes do tomateiro .....	26
4.6 Avaliação dos parâmetros.....	27
4.7 Avaliação das raízes quanto a presença das galhas. ....	27
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
5.1 Composição físico-química do composto orgânico da EMPASA.....	28
5.2 Avaliação do desenvolvimento do tomateiro. ....	29
5.3 Avaliação quanto a presença de galhas nas raízes.....	33
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	39
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de adubação em diversas culturas é uma prática comum na agricultura. Muitos são os tipos de adubos e fertilizantes que são utilizados atualmente para garantir a qualidade do produto final quando este chega a mesa do consumidor (PEDROSA, 2013). Os fertilizantes químicos são os mais usados quando se trata de produção vegetal em larga escala, devido a sua eficácia. Entretanto, eles não são vistos com bons olhos quando se fala em questões de saúde humana e animal, por isso, o uso de fertilizantes orgânicos vem mostrando ser uma alternativa eficaz empregada nas práticas agrícolas. O adubo orgânico é o fertilizante proveniente de resíduos de origem vegetal e animal e além de oferecer nutrientes para as plantas, atuam nas características físicas, químicas e biológicas do solo (MORALES, 2016).

Em decorrência do aumento da produção de resíduos orgânicos provenientes da ação humana e industrial, o reaproveitamento desses resíduos para geração de produtos e conseqüentemente, a redução do impacto ambiental é de grande importância. Uma alternativa viável para o tratamento desses resíduos é a compostagem, onde se utiliza microrganismos decompositores para transformar o resíduo orgânico em um produto rico em nutrientes, chamado de composto orgânico que é utilizado como fertilizante orgânico no plantio de diversas culturas. Essa técnica apresenta como vantagens a redução da quantidade de resíduos coletados pelo setor de limpeza; aumento da vida útil de aterros sanitários; economia dos gastos com a coleta dos resíduos orgânicos e com o tratamento do efluente gerado no aterro sanitário; redução dos impactos ambientais que estão associados à degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados e utilização do composto produzido para agricultura familiar.

A Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (EMPASA) da cidade de João Pessoa, Paraíba, adotou a compostagem como uma forma de reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na varrição do próprio mercado onde aproximadamente 76.276 toneladas de resíduos eram destinados ao aterro sanitário por mês. Esses resíduos agora passam pelo processo de compostagem gerando lucro para a empresa bem como amenizando os efeitos do descarte deles no ambiente. Entretanto para que seja comercializado, o composto orgânico precisa atender alguns critérios que irão assegurar sua qualidade físico-química e fitossanitária.

Um dos problemas enfrentados pelos produtores das mais variadas culturas incluindo, o cultivo do Tomate cv. Santa Clara é a contaminação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne*

spp.). Este parasita infecta o sistema radicular das plantas impedindo a absorção de nutrientes resultando na perda total da produção. A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) passou por esse problema na comercialização de mudas de espécies frutíferas devido à contaminação do substrato utilizado, pelo nematoide-das-galhas.

Este trabalho foi realizado na tentativa de solucionar o problema enfrentado pela EMEPA introduzindo o composto orgânico da EMPASA como um possível novo substrato para a comercialização das mudas livre de nematoide-das-galhas e que assegure um bom desenvolvimento da planta. Para isso, utilizou-se o tomateiro cv. Santa Clara (*Solanum lycopersicum* L.) como planta modelo, devido ao fato deste apresentar uma alta suscetibilidade a diversos fitopatógenos, inclusive ao nematoide-das-galhas, ser uma planta com um ciclo de vida rápido e por ser uma hortaliça de importância econômica. Baseado nestas considerações, objetivou-se avaliar o potencial de uso do composto orgânico em detrimento a outros substratos no desenvolvimento do Tomate cv. Santa Clara, visando à seleção de um substrato livre de nematoide-das-galhas e com potencial para produção de mudas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o potencial de uso do composto orgânico em detrimento a outros substratos no desenvolvimento de plantas do Tomateiro cv. Santa Clara, visando à seleção de um substrato livre de nematoide-das-galhas e com potencial para produção de mudas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a influência do composto orgânico produzido na EMPASA em relação ao desenvolvimento do Tomateiro cv. Santa Clara e a resistência à infestação pelo nematoide-das-galhas;
- Avaliar o substrato utilizado na EMEPA quanto ao desenvolvimento e contaminação por nematoide-das-galhas em Tomates cv. Santa Clara;
- Avaliar a influência do solo da mata utilizado como substrato no desenvolvimento e contaminação do Tomate cv. Santa Clara pelo nematoide-das-galhas;
- Avaliar o sistema radicular do tomateiro quanto a presença de galhas;
- Identificar qual o substrato está livre de contaminação pelo nematoide-das-galhas para comercialização e plantio do tomateiro e outras culturas.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

O centro de origem do tomate localiza-se nas regiões andinas, que percorre parte do Chile, Bolívia, Peru, Equador e Colômbia. Todavia, o seu centro de domesticação se deu no México. Anteriormente, o tomate era classificado como *Lycopersicum esculentum* Mill, porém, depois de vários estudos taxonômicos e principalmente o respaldo genético, a nomenclatura foi alterada para *solanum lycopersicum* L. A espécie *L. esculentum* var. *cerasiforme* (tomate cereja) é considerada o ancestral selvagem do tomate, devido a sua alta incidência nessas regiões andinas, sobretudo no Peru. Entretanto, estudos genéticos mostraram que o parente mais próximo do tomate é *Solanum pimpinellifolium* L. A introdução do tomate no Brasil se deu através dos imigrantes europeus no final do século XIX e passou a ter relevância econômica mundial a partir de 1900 e atualmente é uma das hortaliças mais cultivadas em todo mundo (SANTOS, 2009; KOENIG et al., 2013; GERSZBERG et al., 2015).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L) pertence à família Solanaceae do gênero *Solanum* que contém mais de 3.000 espécies, dentre as quais estão as de importância econômica como a berinjela, pimentão e batata. É uma planta dicotiledônea da ordem Tubiflorae, herbácea de rápido crescimento, possui o caule redondo e quando jovem é macio e piloso tornando-se fibroso com o passar do tempo. Sua filotaxia é alterna, com folhas simples, pinadas e com margens dentadas de morfologia oval a oblonga, coberta por tricomas variando de 11 a 32 cm de comprimento (Figura 01). Apresenta inflorescência do tipo cimeira, com flores amarelas e corola composta por seis pétalas. São hermafroditas e autógamas. Seu sistema radicular é vigoroso com raízes axial, lateral e adventícia (GERSZBERG et al., 2015; KNAPP; PERALTA, 2016).

**Figura 01.** Planta do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.).



Fonte: [http://www.giardinaggioweb.net/dyn\\_img/pomodoro1\\_363becbc.JPG](http://www.giardinaggioweb.net/dyn_img/pomodoro1_363becbc.JPG)

Seu fruto, o tomate é do tipo baga e de acordo com a cultivar pode apresentar-se nos formatos redondo, achatado, oblongo ou piriforme, além de variar no tamanho e nas cores que vão desde o verde, amarelo, laranja, rosado e até vermelho vivo. É constituído por película, polpas, placentas e sementes. Podem ser biloculares, triloculares, tetraloculares ou pluriloculares a depender do cultivar (SANTOS, 2009).

De acordo com as características dos frutos, o tomate é classificado em três grupos distintos de variedades comerciais: santa cruz, salada e cereja. A variedade Santa Clara é um híbrido do Santa Cruz, esta por sua vez apresenta os frutos alongados ou arredondados, com 2 a 3 lóculos (Figura 02) e peso médio que varia de 70 a 200 g, apresentam uma consistência firme e não se estragam facilmente na geladeira, são tolerantes à murcha de *Verticillium* sp. e a murcha de *Fusarium* sp. raça 1, possui um ciclo de vida de 100 a 120 dias. As representantes do grupo salada possuem frutos arredondados e no ápice e na base são achatados, dispõem em média de 4 lóculos e seu peso médio varia de 100 a 300 g. Já as variedades do grupo cereja possuem frutos pequenos em média de 2 a 3 cm de diâmetro, biloculares e um baixo rendimento na polpa (EMBRAPA, 1993; ABSCEM,2001).

**Figura 02.** Tomate cv. Santa Clara.



Fonte. <http://semillasysemillas.com/wp-content/uploads/2017/07/TOMATE-Santa-Clara.png>

O tomate é um dos alimentos mais consumidos no mundo, principalmente na culinária mediterrânea e América Central além de ser utilizado na indústria de processamento para a produção de molhos, ketchup, geléias, dentre outros. Possui um alto valor nutritivo e antioxidante tendo em vista que possui substâncias como o licopeno, betacaroteno, vitamina B e C, flavonoides, fósforo, ferro e derivados do ácido hidroxicinâmico, além de ser rico em

fibras. Toda essa importância socioeconômica faz o tomate ocupar o sétimo lugar na produção mundial, atingindo uma produção de aproximadamente 160 milhões de toneladas em uma área cultivada de quase 4,8 milhões de hectares em 2011, ficando atrás do milho, arroz, trigo, soja e mandioca (NAIKA et al., 2006; GERSZBERG et al., 2015).

Além do uso comercial e industrial, o tomate é usado como modelo para programas de pesquisas básicas e aplicada devido a diversas características úteis para esse fim, como a possibilidade de crescer em diferentes formas de cultivo, ciclo de vida curto, genoma relativamente pequeno com aproximadamente 950 Mb, capacidade de produzir sementes, carência em duplicar seu genoma, realiza autopolinização, é homocigoto, diplóide ( $2n = 24$  cromossomos) e apresenta a capacidade de propagação assexuada por enxertia e a possibilidade de regenerar plantas inteiras de diferentes explantes (BAI; LINDHOUT, 2007; GERSZBERG et al., 2015).

Segundo o IBGE (2018), a produção brasileira de tomate concentra-se em Goiás com 32,2 % de participação no total nacional, seguida de São Paulo com 19,1 %, Minas Gerais com 17,6 % e Espírito Santo contendo 4,1 %. Em 2017, o Brasil acumulou US\$ 175,2 mil devido à prática de exportação, destacando o Paraguai e Bolívia como principais compradores (IBGE, 2018).

Devido a sua susceptibilidade a diversos fitopatógenos, a cultura do tomateiro requer o uso de pesticidas para manter a produtividade, estes costumam ser prejudiciais aos humanos e ao ambiente além de poder induzir resistência a algumas pragas. Dentre as inúmeras pragas que acometem o tomateiro, podemos destacar os nematoides, a mosca branca, os pulgões, os fungos, a murcha bacteriana, a larva minadora, o tripses, dentre outros. Essa sensibilidade às pragas e doenças levou a necessidade do cultivo protegido realizado sob condições controladas principalmente de temperatura e irrigação, objetivando o declínio dos danos causados pelos patógenos e conseqüentemente a redução do uso de pesticidas aumentando assim, a qualidade dos frutos e a produtividade. Além disso, o tomate tornou-se alvo do melhoramento genético e a variedade *Flavr-Savr* em 1994 foi um dos primeiros vegetais transgênicos aprovados para a comercialização nos EUA (EMBRAPA, 2006; BAI; LINDHOUT, 2007; JUNIOR, 2012; GERSZBERG et al., 2015).

### 3.2 Nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.)

O fitonematoide *Meloidogyne incognita* (Figura 03) mais conhecido como nematóide-das-galhas pertence à família Meloidogynidae, gênero *Meloidogyne*. Apresenta uma alta distribuição geográfica, podendo ser encontrados em quase todas as regiões litorâneas do Brasil. Seu comportamento polifágico permite a contaminação de diversas culturas de importância econômica causando uma perda anual de aproximadamente US\$ 157 bilhões. O dimorfismo sexual está presente acentuadamente nas espécies deste gênero, as fêmeas possuem forma globosa e depositam seus ovos em substâncias de consistência gelatinosa, originando uma estrutura protuberante remetendo a uma massa (PEREIRA, 2017; DONG, 2018).

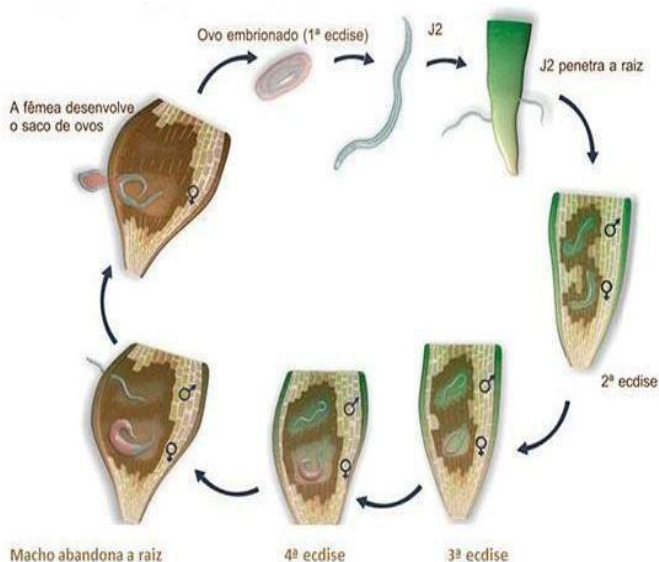
Esse parasita apresenta um ciclo de vida bem definido e passam por quatro estádios juvenis antes de se tornarem adultos. A primeira ecdise ocorre no interior do ovo, em seguida, o juvenil do 2º estágio eclode indo para o solo ou penetra diretamente em outras raízes. Estes são vermiformes podendo medir de 0,3 a 0,5 cm variando de acordo com a espécie. Apenas o nematóide nesse estágio (J2) é infectante (Figura 04). A infestação se dá através da coifa, o parasita migra entre as células e em seguida estabelece um local de alimentação no tecido. Isso ocorre devido à quimiotaxia através de exsudatos liberados pelas raízes. Nesse processo, devido a secreções esofagianas excretadas no local há uma resposta da planta que conseqüentemente gera uma hiperplasia e hipertrofia nas células dando o aspecto de galhas. Dentro das raízes, os nematoides sofrem ecdise e passam para o 3º e 4º estágio juvenil e em seguida passam para a fase adulta completando seu ciclo em torno de 21 a 45 dias a depender das condições edafoclimáticas e da espécie de nematóide (PINHEIRO, 2012; PEREIRA, 2017; DONG, 2018).

**Figura 03.** *Meloidogyne incognita* em segundo estágio juvenil (J2).



Fonte: [https://c1.staticflickr.com/5/4650/39013404045\\_19729a66fe\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/5/4650/39013404045_19729a66fe_b.jpg)

**Figura 04.** Ciclo de vida do *Meloidogyne* spp. O estágio J2 penetra na raiz e em seguida passa pelos processos de ecdises até se tornarem adultos. O macho abandona a raiz e a fêmea deposita seus ovos na superfície das raízes.



Fonte: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/PublishingImages/20160712-Solucoes-De-Controle-Para-Nematoides-Ciclo-De-Vida-Meloidogyne.jpg>

*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são as espécies de nematoide-da-galha que mais acometem o tomateiro. Porém, podem causar problemas em outras culturas de importância econômica como alface, batata, pepino, cenoura e beterraba. Eles podem sobreviver em vários tipos de solo, entretanto, causam maiores danos econômicos em regiões quentes e de solos arenosos pobres em matéria orgânica (OLIVEIRA, 2007; PINHEIRO, 2014).

No processo de parasitismo pelo nematoide, o transporte de nutrientes da raiz até a parte aérea da planta é comprometido gerando deficiência nutricional que acarreta murcha das folhas, raquitismo, plantas com formatos irregulares, descolamento do córtex radicular, paralisação do

crescimento da coifa, lesões nas raízes que permitem a infecção por outros microrganismos fitopatogênicos presentes no solo e até mesmo clorose (Figura 05). Esses danos são expressos na baixa produtividade bem como na má qualidade do fruto (OLIVEIRA, 2007; PINHEIRO, 2014; PEREIRA, 2017).

**Figura 05.** A) Tomateiro livre de nematoide-das-galhas. B) Tomateiro contaminado pelo nematoide-das-galhas.



Fonte: <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1570799>

Existem várias formas de combater o nematoide-das-galhas, seja através do viés químico, biológico ou mecânico. Entretanto, esse combate visa diminuir os danos causados pela contaminação, tendo em vista que é praticamente impossível a erradicação dessa população no solo contaminado. Vale salientar que a contaminação se dar por via passiva, ou seja, os ovos são levados de um local para o outro através de animais, chuva, plantas contaminadas, maquinarias e trabalhadores rurais. Sendo assim, a melhor forma de controle é através da prevenção. De forma geral utiliza-se a rotação da cultura de espécies não hospedeiras, adubação verde, plantas resistentes e fungos nocivos ao nematoide, solarização, alqueive, uso de matéria orgânica e nematicida, este por sua vez é caro e representa riscos à saúde humana, animal e ao ambiente (FILETI, 2011; MOREIRA, 2015; ROCHA, 2015; PEREIRA, 2017).

Dentre essas estratégias adotadas no manejo do fitonematoide, o controle biológico mostrou-se mais viável em detrimento ao método químico devido ao seu baixo impacto ambiental. O controle por esse método pode ocorrer pela interrupção do ciclo de vida ou pela redução da capacidade proliferativa do parasita. Os microrganismos utilizados transformam o estímulo químico inicial utilizado na quimiotaxia em um subproduto que não é reconhecido

pelo nematoide, impedindo a contaminação. Além disso, esses microrganismos podem induzir resistência às plantas. Os principais microrganismos utilizados são fungos e bactérias (MOTA, 2015; DONG, 2018).

Outra alternativa é o uso de material orgânico no solo. O material orgânico funciona como condicionador do solo acentuando suas propriedades físicas, além de favorecer o enriquecimento de nutrientes, inclusive o nitrogênio, a partir disso, as plantas ficam mais robustas e resistentes a pragas e doenças, incluindo a contaminação por nematoides. O uso da matéria orgânica estimula o crescimento da população microbiana do solo, resultando num controle biológico mais acentuado, além de liberar compostos que podem ser tóxicos provenientes da sua decomposição. São exemplos desses materiais orgânicos o esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas e de mamona, bagaço da cana-de-açúcar, palha de café, composto orgânico, resíduos proteicos, dentre outros (PINHEIRO, 2014; LI, 2017; THONGKAEWYUAN; CHAIRIN, 2018).

### **3.3 Compostagem**

De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento que traz a Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011, o composto orgânico é o produto resultante do processo de compostagem que é um evento físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo o material ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas e isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MAPA, 2011).

O processo de compostagem consiste na utilização da ação de microrganismos para decompor matéria orgânica gerando uma biomassa rica em nutrientes que é utilizada como adubo e conhecida como composto orgânico. A compostagem é uma reação aeróbica realizada por fungos e bactérias presentes no meio e que apresentam duas fases principais: a primeira, termófila, caracteriza-se por uma acentuada atividade metabólica dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, gerando assim, calor; a segunda, fase de maturação, é correspondente ao processo de humificação do composto (CERRI, 2008).



A técnica de compostagem é realizada, por via de regra, através de um sistema de leiras onde distribui-se o material orgânico de acordo com a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) presente no meio (Figura 06). Materiais secos como palha, madeira, galhos, capim, resíduos de podas são ricos em carbono e são colocados como um forro, tanto na parte inferior quanto superior, esse tipo de material é dito como de difícil composição. O material orgânico rico em Nitrogênio, ou seja, de fácil decomposição é inserido no interior da leira e servirá como substrato para os microrganismos nas reações bioquímicas envolvidas na decomposição, os principais são os resíduos vegetais e animais (COSTA et al., 2015). Oliveira et al. (2008) considera que a proporção limite na relação C/N seja de 26/1 a 35/1 para se obter uma compostagem mais rápida e eficiente.

Essa técnica permite a transformação das características dos resíduos sólidos orgânicos de suas diversas fontes em um produto orgânico que possui características de fertilizantes e condicionador de solo. A compostagem foi inicialmente observada em seu processo natural ocorrido espontaneamente na natureza e através dessas observações o homem criou meios de acelerar e controlar o processo de decomposição, dominando o manejo e aumentando a produção do composto orgânico (COSTA et al., 2015).

**Figura 06.** Compostagem em sistema de leira realizada na EMEPA-PB.



Fonte: Autor, 2018.



A compostagem é usada fortemente para o tratamento de resíduos sólidos, pois, vários materiais podem ser compostados como madeira, palhas, frutas e verduras, estrumes, resíduos de origem animal, da indústria alimentícia e agrícola, dentre outros que são biodegradáveis. Devido à problemática envolvida nesses resíduos principalmente em relação ao manuseio e descarte, eles se tornaram alvos dos estudos relacionados à compostagem (MORALES, 2016).

O sucesso na compostagem deve-se a alguns fatores que precisam ser levados em consideração no processo, são eles: microrganismos, umidade, temperatura, pH, aeração, granulometria e a relação carbono nitrogênio (ROSSI, 2015).

A ação conjunta da macro e mesofauna representadas pelas minhocas, formigas, ácaros e besouros, associada a diferentes comunidades de microrganismos decompositores (bactérias, fungos, leveduras e actinomicetos) resulta na transformação da matéria orgânica no processo de compostagem, que inicialmente, atuam microrganismos que metabolizam o nitrogênio orgânico em amoniacal e no decorrer do processo essa amônia pode ser perdida por volatilização ou sofrer nitrificação, deixando o composto maturado mais ácido que o material original (ROSSI, 2015).

Durante a fase termófila, a temperatura no interior da leira pode alcançar de 60 a 75 °C, devido às reações exotérmicas resultante da decomposição. Esse aumento da temperatura é importante para a eliminação dos microrganismos patogênicos, sementes, ovos de insetos e outros contaminantes. A temperatura ótima é de 50 °C e é controlada com o termômetro ou por uma barra de ferro. Se detectado um grande aumento da temperatura por muito tempo na leira de compostagem, deve-se irrigar e revirar o material. Após essa fase termófila a temperatura permanece entre 45 °C a 50 °C e vai decrescendo à medida que o material for humificado até chegar à temperatura ambiente (NUNES, 2009; ROSSI, 2015).

A umidade durante o processo de compostagem deve ser mantida entre 30 % e 70 %. Valores abaixo de 30 % não propicia um meio adequado para a fermentação e acima de 70 % pode-se ocasionar a saída do ar presente no sistema. Sendo assim, assume-se valores ideais de umidade entre 40 % e 60 % principalmente na fase inicial do processo devido ao suprimento de água para o crescimento dos microrganismos e para as reações bioquímicas. A medição da umidade pode ser realizada por equipamentos especializados, ou pelo método convencional de apertar fortemente o composto com as mãos e avaliar o escoamento da água presente (OLIVEIRA, 2004; ROSSI, 2015).

A aeração é outro parâmetro da compostagem que deve ser rigorosamente observado. Para que ocorra a disponibilidade de energia utilizada pelos microrganismos no processo de

decomposição, reações de oxidação no carbono contidos na matéria orgânica devem acontecer de forma eficiente. A decomposição da matéria orgânica na compostagem pode ocorrer de forma aeróbica e anaeróbica. Se acontecer de forma anaeróbica, ocorrerá a liberação de mau cheiro devido à predominância de microrganismos anaeróbicos, originando o acúmulo de compostos voláteis, ácidos orgânicos, amoníaco, dimetildisulfetos e outros compostos contendo enxofre que dão um odor característico de ovo podre, além de serem fitotóxico. Esse odor pode ser resolvido com o revolvimento da leira, pois permite a entrada de oxigênio no meio (OLIVEIRA et al., 2008; CORDEIRO, 2010).

A Lei 12.305/2010 que implementa a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS traz a compostagem como alternativa na redução dos resíduos sólidos urbanos úmidos, tratamento, recuperação e geração de energia por meio do aproveitamento dos gases provenientes da biodigestão de composto orgânico nos aterros sanitários gerando um biogás. Segundo a PNSB 2008, mais de 90 %, em massa, dos resíduos são destinados a aterros sanitários e lixões e os 10 % restantes são distribuídos entre outras unidades de tratamento de resíduos como usinas de compostagem, unidades de incineração, dentre outros. Estima-se que um total de 94.335,1 t/d de resíduos orgânicos que são coletados, apenas 1,6 % que corresponde a 1.509 t/d é destinado para tratamento por compostagem. Essas unidades de compostagem estão distribuídas em 211 municípios brasileiros, sendo que o estado de Minas Gerais possui 78 unidades e o Rio Grande do Sul 66. Portanto, são os estados que mais possuem unidades de compostagem do Brasil (FEDERAL, 2011).

### **3.3.2 Composto orgânico**

Segundo a Legislação Brasileira, o composto orgânico é todo produto de origem vegetal e animal que aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, proporciona melhoria de suas características físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, além de oferecer nutrientes as raízes sem afetar o solo, a planta e o ambiente (SOUZA et al., 2001).

O composto orgânico é o produto final de um processo de compostagem e apresenta-se como uma massa de textura fina e homogênea, sem cheiro e sobretudo possui características dos materiais que lhe deram origem. Apresentam os nutrientes em sua forma mineralizada tornando-os disponíveis às plantas (NUNES, 2009).

De acordo com a Instrução normativa nº 25 de julho de 2009 do Ministério da Agropecuária e Abastecimento (MAPA) sobre os fertilizantes organominerais, o composto orgânico pode ser classificado como de classe A.

Classe “A”: produto que utiliza, em sua produção, matérias-primas geradas nas atividades agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, incluindo aquelas de origem vegetal, animal, lodos industriais e agroindustriais de sistemas de tratamento de águas residuárias com uso autorizado pelo órgão ambiental, resíduos de frutas, verduras, legumes e restos de alimentos gerados em pré e pós consumo segregados na fonte geradora e recolhidos por coleta diferenciada, todos isentos de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura (MAPA, 2009).

O composto orgânico pode se comportar como fertilizante, condicionador das propriedades físicas e estimulador da atividade biológica do solo devido o estímulo aos microrganismos do solo, bem como pela introdução de outros. Na maioria dos casos, o composto atua nessas três funções, portanto, pode-se direcionar essas atividades de acordo como o composto é produzido, principalmente devido à relação C/N. Nos atributos físicos do solo, o composto orgânico diminui a densidade e isso resulta numa melhor penetração das raízes no solo bem como facilita a aeração e drenagem. Dentre os aspectos químicos, o uso do composto contribui para a correção do pH em solos ácidos para a retenção de nutrientes e aumenta a capacidade de troca catiônica (SOUZA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2008; COSTA et al., 2015).

O Artigo 1º do Projeto de Lei nº 1.322, de 06 de outubro de 2015 que dispõe sobre o uso preferencial de fertilizantes orgânicos por parte da Administração Estadual diz “A Administração Estadual fará uso, preferencialmente, de fertilizantes orgânicos nos terrenos de sua propriedade ou sob sua gestão” é enxergado como incentivo por parte do governo no âmbito das políticas públicas para o setor de compostagem tendo em vista que o setor de fertilizantes orgânicos no Brasil teve um faturamento de 265 milhões de reais em 2014 e registrou 185 unidades produtoras, sendo 172 matrizes e 13 filiais (NUNES, 2009).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local de instalação dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental cientista José Irineu Cabral, pertencente a EMEPA (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária-PB), localizada em Jacarapé, João Pessoa, Paraíba, Brasil, no período de abril a junho de 2018. Latitude de 7° 11'51.6" S e longitude de 34° 48'42.5" W. Clima tropical e úmido com presenças de chuvas durante o inverno (FRANCISCO, 2015).

### **4.2 Sementes utilizadas**

Utilizou-se sementes do Tomateiro cv. Santa Clara I-5300 proveniente da marca Isla®.

### **4.3 Substratos utilizados**

O composto orgânico utilizado como substrato foi produzido na EMPASA através do processo de compostagem orgânica utilizando o material orgânico provenientes da varrição do próprio mercado da EMPASA que é uma central de abastecimento localizada na cidade de João Pessoa, Paraíba. Esse material é composto por restos de frutas e verduras que seriam destinadas ao aterro sanitário. As leiras foram padronizadas para 5 m de comprimento, 1,20 m de largura, 0,70 m de altura ou conforme a quantidade de camada orgânica depositada, nesse caso foi de 08 camadas. As leiras foram formadas por capim/folhagens e frutas/verduras, respectivamente e após o processo de compostagem o produto foi peneirado e embalado para comercialização.

O outro substrato utilizado foi o da EMEPA, que, geralmente é utilizado na comercialização das mudas de frutíferas e é composto por areia, barro e esterco na proporção de 2:1:1.

O solo da mata foi coletado na mata nativa da estação experimental da EMEPA.

### **4.4 Análise físico-química do composto orgânico**

A análise foi realizada no Centro de Qualidade Analítica- CQA em 2017, através das metodologias EPA- Environmental Protection Agency -SW 846: Testing methods for evaluating solid wastes e a Instrução normativa SDA Nº 28, de julho de 2007.

#### 4.5 Semeio das sementes do tomateiro

Foram utilizados tubetes de 230 cm<sup>3</sup> para a germinação das sementes, dispostos em duas bandejas para cada substrato utilizado, totalizando 312 tubetes, ou seja, 104 tubetes para cada tratamento (Figura 07). Todo o equipamento utilizado no experimento estava novo, e antes do uso, foi realizada uma assepsia com água corrente para retirar excesso de poeira e impurezas. Os tubetes foram preenchidos com os substratos, com o auxílio de uma pá de jardinagem, bem como foi inserido uma pequena porção de palha de coco para evitar a saída do substrato pelo orifício que existe no fundo dos tubetes para drenagem da água.

Após preenchimento dos tubetes com os substratos, foram levados a uma estufa onde foi realizado o semeio de uma semente por tubete. Com o auxílio de um bastão de vidro, delimitou-se a abertura de 5 cm para a introdução da semente que foi feita utilizando uma pinça previamente higienizada com água e sabão (Figura 07). Após o semeio, todos os tubetes foram irrigados com um irrigador de jardinagem, e as bandejas foram identificadas e mantidas na estufa a uma temperatura de 32 °C com irrigação por aspersão de 15 minutos por dia.

**Figura 07.** A) Organização dos tubetes nas bandejas para germinação das sementes. B) Formação dos poços para introdução da semente. C) Localização das sementes no substrato.



Fonte: Autor, 2018.

#### **4.6 Avaliação dos Parâmetros**

Foram avaliados os parâmetros: índice de germinação através da contagem de sementes germinadas; número de folhas obtido pela contagem visual das folhas completamente desenvolvidas; altura de planta medida com uma régua graduada desde o coleto até o meristema apical da muda e o diâmetro do caule foi mensurado por um paquímetro. Essas avaliações foram mensuradas duas vezes, nos dias 03 e 18 de maio de 2018, correspondendo a um intervalo de 13 e 28 dias após germinação das sementes. Os dados foram plotados no Excel para construção de um gráfico.

#### **4.7 Avaliação das raízes quanto a presença das galhas**

Os tomateiros foram retirados dos tubetes aos 49 dias após a germinação e avaliados de forma visual com auxílio de lupas quanto à presença de galhas nas raízes. Fazendo assim, a relação das plantas contaminadas em detrimento do substrato utilizado no plantio.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Composição físico-química do composto orgânico da EMPASA.

O composto orgânico produzido na EMPASA na sua composição possui macro e micronutrientes especificados na Tabela 01.

**Tabela 01** – Composição físico-química do composto orgânico produzido na EMPASA.

\*\*ND: não detectado; \*\*\*<LQ: menor que o limite de quantificação.

ENSAIOS FÍSICOS-QUÍMICOS	LIMITES DE QUANTIFICAÇÃO	RESULTADOS	UNIDADES
ÁCIDO HÚMICO	0,1	8,8	% m/m
BORO	5	553	mg/Kg B
CÁLCIO	5	3858	mg/Kg Ca
CARBONO ORGÂNICO	0,01	9,49	% C
COBRE	0,3	11,0	mg/Kg Cu
ENXOFRE	0,03	0,08	% S
FERRO	0,5	2352,0	mg/Kg Fe
FÓSFORO	0,5	1252,0	mg/Kg P
MAGNÉSIO	5	1074	mg/Kg Mg
MANGANÊS	5	64	mg/Kg Mn
MOLIBDÊNIO	5	26	mg/Kg Mo
NITROGÊNIO	0,1	16,8	% N
pH	1,00	7,06	Unid. de pH
POTÁSSIO	5	1521	mg/Kg K
SILÍCIO	5	103	mg/Kg Si
ZINCO	0,5	26,0	mg/Kg Zn
ARSÊNIO	0,025	**ND	mg/Kg As
CÁDMIO	0,05	***<LQ	mg/Kg Cd
CHUMBO	0,1	9,7	mg/Kg Pb
CROMO TOTAL	0,25	11,62	mg/Kg Cr
MERCÚRIO	0,005	**ND	mg/Kg Hg
NÍQUEL	0,1	3,4	mg/Kg Ni
SELÊNIO	0,025	**ND	mg/Kg Se

Fonte: Laboratórios CQA-Centro de Qualidade Analítica, 2017.

Os resultados obtidos na análise físico-química encontram-se dentro dos limites de quantificação de nutrientes exigidos pela legislação de fertilizantes orgânicos Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 da Secretaria de Defesa Agropecuária. Em relação a

quantificação dos contaminantes, o composto atendeu às exigências da Instrução Normativa N° 27, 05 de junho 2006 da Secretaria de Defesa Agropecuária.

## 5.2. Avaliação do desenvolvimento do tomateiro

As plantas foram avaliadas quanto o índice de germinação, altura, número de folhas e diâmetro do caule. A Tabela 02 mostra o número de sementes germinadas em cada substrato. Foi constatado que índice de germinação no composto orgânico da EMPASA foi maior que no solo da mata e no substrato da EMEPA (Figura 08). A Figura 09 mostra a diferença no desenvolvimento de três plantas após 10 dias da germinação.

**Tabela 02** – índice de germinação do tomateiro em diferentes substratos após 13 dias de semeadura.

<b>ÍNDICE DE GERMINAÇÃO (n = 104)</b>	
<b>SUBSTRATOS</b>	<b>N° DE SEMENTES GERMINADAS</b>
Composto orgânico	61
Substrato EMEPA	47
Solo da Mata	56

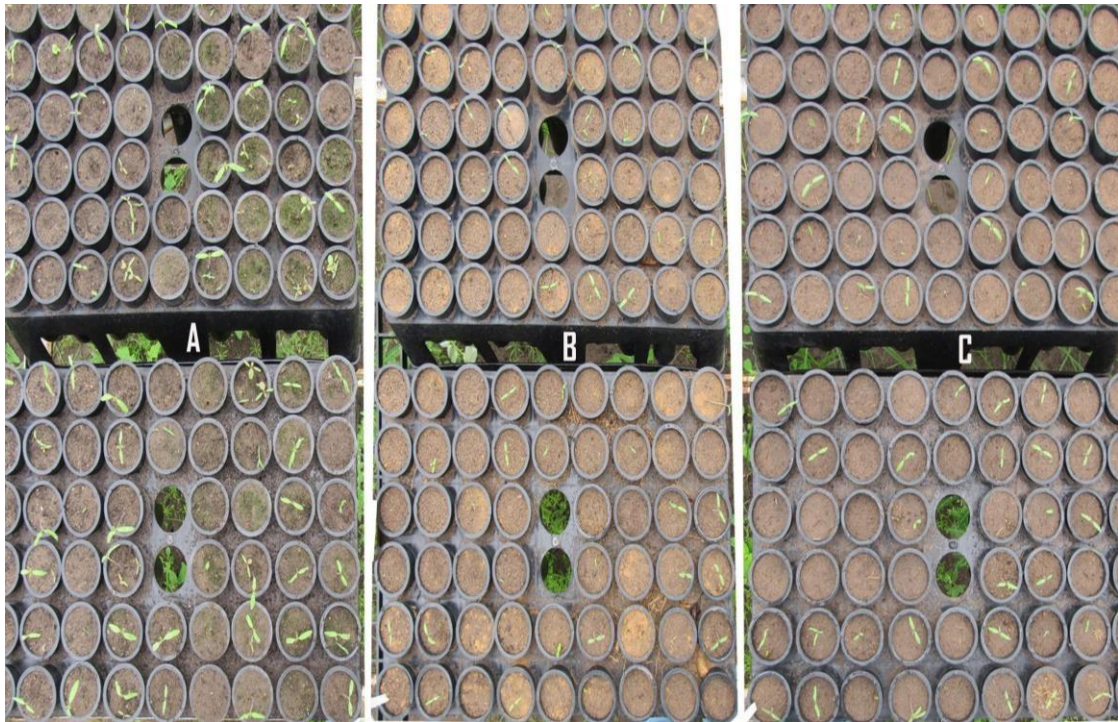
Fonte: Autor, 2018.

Observar-se o maior número de sementes germinadas no composto da EMPASA em detrimento aos demais substratos, provavelmente devido à sua característica de reter melhor a água e favorecer uma relação hídrica satisfatória para a transferência da água presente no meio para a semente, tendo em vista que os outros fatores foram iguais a todas as sementes.

O processo germinativo de sementes envolve uma sequência de eventos genéticos e bioquímicos bem estabelecidos, caracterizado pela retomada da transcrição e atividade metabólica do embrião, resultando no crescimento da plântula. Vários fatores podem afetar esse processo, temperatura, luminosidade e a disponibilidade de água são os principais. A disponibilidade de água atua na primeira fase da germinação que é a embebição da semente, durante esse processo a absorção de água favorece o amolecimento do tegumento, promove a mobilização de reserva através da ação das giberelinas resultando no aumento do embrião e da difusão gasosa e a emergência da radícula. A baixa disponibilidade de água pode resultar na morte do embrião (DEMUNER et al., 2017).

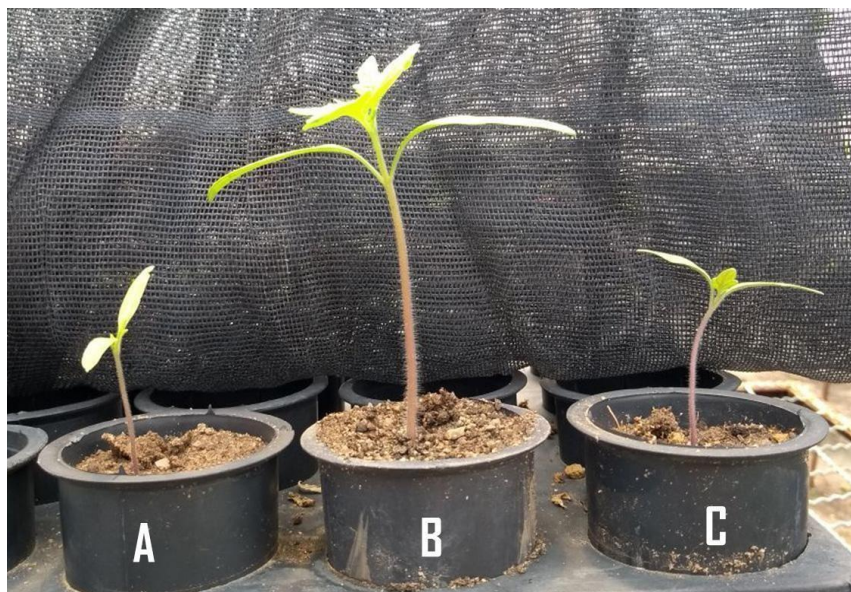


**Figura 08.** Plântulas do tomateiro vista de cima após 5 dias de germinação. A) composto orgânico da EMPASA. B) substrato da EMEPA. C) solo da mata.



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 09.** Tomateiros em desenvolvimento nos diferentes substratos após 10 dias de germinação. A) Substrato da EMEPA. B) composto orgânico da EMPASA. C) Solo da mata.

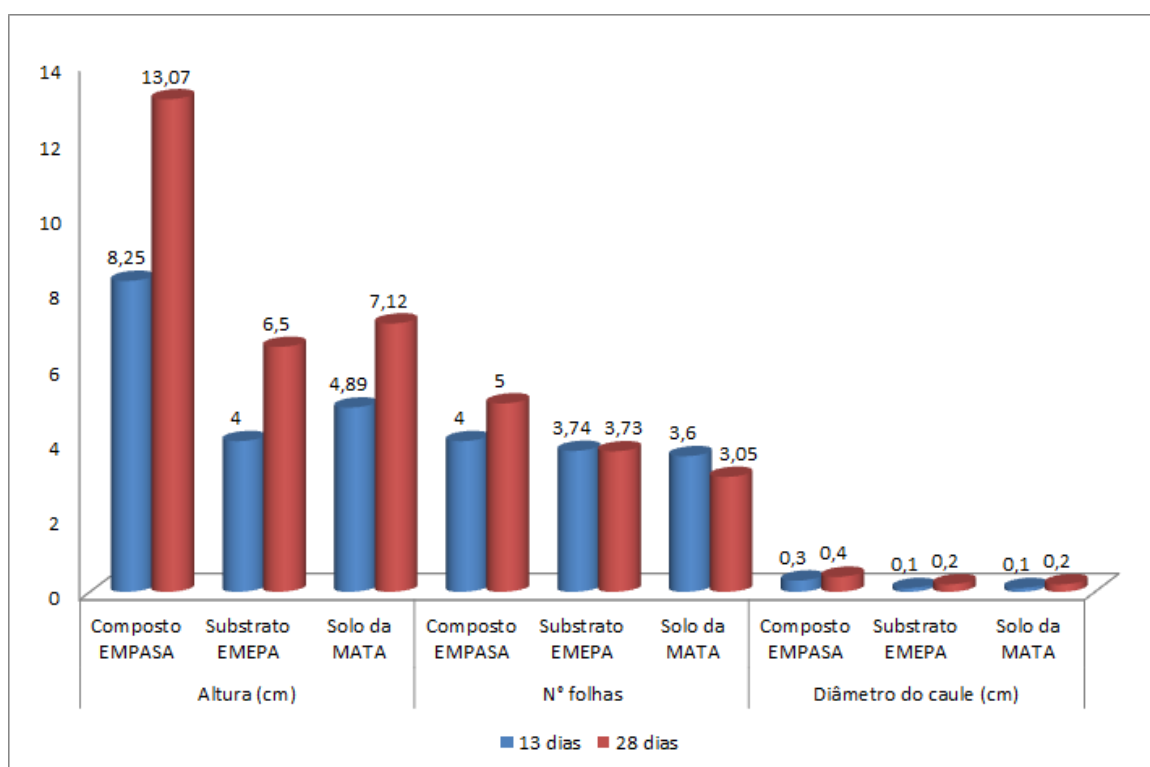


Fonte: Autor, 2018.

A Figura 10 mostra a média da altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas de acordo com os dias em que foram realizadas as medições. Após o 13º. dia da germinação, o tomateiro plantado no composto orgânico da EMPASA apresentou uma média de 8,25 cm de altura, 0,3 cm de espessura do caule e 4,0 no número de folhas. Para o substrato utilizado na EMEPA obteve-se 4,0 cm em altura da planta, 0,1 cm de caule e 3,74 em número de folhas. No solo da mata as plantas possuíam 4,89 cm de altura, 0,1 cm de caule e 3,6 em número de folhas. Após 28 dias de germinação, o tomateiro cultivado no composto orgânico da EMPASA apresentava uma média de 13,07 cm de altura, 0,4 cm na espessura do caule e uma média de 5,0 em números de folhas. Enquanto que, no substrato da EMEPA, as plantas apresentaram uma altura média de 6,5 cm de altura, 0,2 cm em espessura do caule e 3,73 no número de folhas. As que foram plantadas no solo da mata possuíam uma média de 7,12 cm de altura, 0,2 cm do caule e 3,05 em número de folhas.

Os três substratos garantiram o desenvolvimento do Tomateiro cv. Santa Clara, porém o composto da EMPASA garantiu uma melhor resposta em comparação aos demais.

**Figura 10.** Média dos parâmetros mensurados após 13 e 28 dias da germinação (altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas).



Fonte: Autor, 2018.

Um estudo realizado por Vidal et al. (2002) na EMBRAPA hortalças com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de tomate cultivadas em diferentes combinações de substratos orgânicos a base de fibra de coco após compostados, mostrou uma diferença estatística significativa para altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas, até cerca de 40 dias antes do transplante quando usado fibra de coco + 1 % de uréia compostados + calagem. Takaki et al, (2013) ao testar diferentes concentrações de extratos de vermicomposto sob o crescimento de plântulas de tomate obtiveram um estímulo de até 77 % da área foliar, 67% da massa foliar fresca, 16 % e 26 % da área radicular e massa da raiz fresca em relação ao grupo controle.

Junior et al. (2015) avaliaram o desempenho de duas cultivares de melancia comercial (Crimson select plus e Charleston gray) sob diferentes doses de composto orgânico em relação a germinação e desenvolvimento inicial de mudas. Os compostos orgânicos utilizados eram formados por 50 % de capins + 40 % de esterco caprino + 10 % de bovino acrescido a solo do tipo Neossolo Flúvico, nas proporções de 25 %, 50 % e 75 %. Eles identificaram que as doses de compostos orgânicos até 25 % influenciaram especialmente a germinação. Já para a produção de mudas obtiveram melhores resultados quando cultivadas em doses de 50 % de composto orgânico. Ao realizar um trabalho avaliando a produção de mudas do tomateiro cv. Yoshumatsu em substratos alternativos, Santos et al. (2015) constataram que o aumento da concentração de composto orgânico no substrato promoveu crescimento da planta em altura, diâmetro do caule e aumento da massa seca total da planta e da parte aérea.

Gomes et al. (2018) avaliaram o desempenho de mudas de tomateiro Roquesso em diferentes substratos orgânicos e observaram que os substratos enriquecidos com compostos orgânico, húmus de minhoca, esterco bovino e terra da mata apresentaram a mesma eficácia do substrato comercial utilizado na produção de mudas de tomate.

Esses resultados podem ser compreendidos no sentido de que cultivos de tomates e outras hortalças que são exigentes em nutrientes, a matéria orgânica possui um papel fundamental, pois, além de ser fonte de nutrientes, apresenta cargas de superfície que contribuem para o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo regulando a disponibilidade de vários nutrientes, inclusive os micronutrientes, bem como a atividade de elementos que são potencialmente tóxicos como o  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ . O composto orgânico da EMPASA possui material húmico, que pode ser definido como associações entre moléculas orgânicas relativamente pequenas agrupadas por interações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio que por ventura podem ser rompidas por ácidos orgânicos secretadas por

raízes de plantas. Estudos demonstram que seus benefícios na planta estão relacionados com o desenvolvimento radicular e foliar, aumento na absorção de nutrientes devido a sua capacidade de capturar elementos como o Zn, Cu e Fe formando complexos metal-húmicos protegendo-os da lixiviação, regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal, como por exemplo a H<sup>+</sup>-ATPase e nitrato redutase. (JANNIN et al., 2012; ZANDONADI et al., 2014).

Além disso, o uso de substâncias húmicas promoveu efeitos semelhantes causados por reguladores de crescimento como a auxina, citocinina e giberelinas. Esses efeitos podem estar relacionados com a possibilidade das substâncias húmicas de estimular a produção de hormônios, ou sinais químicos endógenos, ou a via da sinalização hormonal. Isso pode ser visto através do uso de tomateiros mutantes com baixa sensibilidade à auxina foi possível observar que parte do efeito de AHs purificados é dependente da via de sinalização desse hormônio (ZANDONADI, 2014). Zandonadi et al. (2014) observaram que no tomateiro mutante *sitiens*, para a produção de ácido abscísico quando submetido a situação de estresse hídrico ou salino apresentava folhas murchas, porém na presença de AHs de vermicomposto esse problema era revertido de forma parcial.

### 5.3. Avaliação quanto à presença de galhas nas raízes

A Tabela 03 mostra que nenhuma planta proveniente do composto orgânico da EMPASA desenvolveu nematoide-das-galhas, diferentemente daquelas plantadas no substrato da EMEPA onde obtivemos 32 plantas contaminadas e no solo da mata um total de 14 plantas contaminadas.

**Tabela 03** – Número de plantas de tomateiros com raízes contaminadas com nematoides cultivados em diferentes substratos.

<b>Composto orgânico</b>	<b>Substrato EMEPA</b>	<b>Solo da mata</b>
<b>0</b>	32	14

Fonte: Autor, 2018.



A Figura 11 mostra a diferença no desenvolvimento dos tomateiros cultivados em cada substrato utilizado. O substrato orgânico da EMPASA garantiu o melhor desenvolvimento do tomateiro em comparação com os substratos da EMEPA e solo da mata contaminado pelo nematoide-das-galhas. Essa diferença é observada no tamanho, número de folhas e diâmetro do caule.

**Figura 11.** Desenvolvimento dos tomateiros cultivados em cada substrato utilizado. A) composto da EMPASA. B) substrato da EMEPA. C) solo da mata.



A figura 12, expõe os resultados quanto ao sistema radicular dos tomateiros após 49 dias de germinação. Nota-se uma diferença em relação ao tamanho e a forma das raízes entre as plantas contaminadas e as não contaminadas. É possível observar também, que, a ação do nematoide-das-galhas se deu logo no início do desenvolvimento do sistema radicular da planta (Figura 14.A), sugerindo uma intensa atividade biológica do nematóide nos substratos contaminados. Ferreira (2017) avaliando as alterações anatômica, citológica e histoquímica durante o desenvolvimento de galhas induzidas por *Meloidogyne javanica* em raízes de soja constatou que aos 11 dias após a inoculação dos nematoides já poderiam ser observadas algumas galhas surgindo como uma discreta protuberância e aos 18 dias de inoculação, as raízes apresentavam galhas com espessamento mais evidente. A partir de 25 dias estavam em maior quantidade e mais visíveis. Santos (2017) inoculou ovos de *Meloidogyne incognita* após 20 dias de germinação do tomateiro cv. Santa Clara e após 90 dias observou-se um grande número de galhas nas raízes, reafirmando a susceptibilidade do tomateiro.

No presente trabalho observou-se o subdesenvolvimento dos tomateiros contaminados entre o 13º e 18º dias após a germinação (Figura 12, B-C). No substrato da EMEPA houve mais plantas contaminadas por nematoide-das-galhas (Tabela 03). Esses resultados negativos no desenvolvimento dos tomateiros podem estar relacionados ao parasitismo do nematoide-das-galhas.

**Figura 12.** Diferença no desenvolvimento dos tomateiros nos três tipos de substratos 49 dias após a germinação. A) composto orgânico. B) substrato EMEPA. C) solo da mata.







Fonte: Autor, 2018.

**Figura 13.** Sistema radicular do tomateiro *Solanum lycopersicum* plantado no composto orgânico da EMPASA após 49 dias de germinação. Nota-se que não há galhas nas raízes.



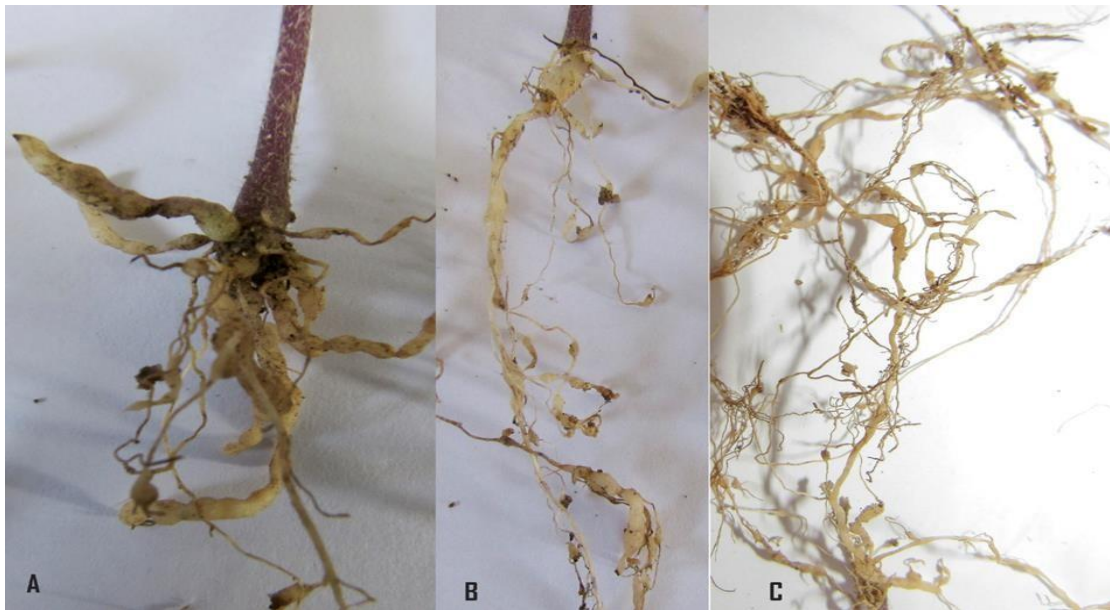
Fonte: Autor, 2018.

Das 61 plantas que germinaram e desenvolveram-se no composto orgânico da EMPASA, nenhuma apresentou galhas nas raízes (Figura 13), diferentemente daquelas plantadas no substrato da EMEPA (Figura 14) e no solo da mata (Figura 15). Esse resultado pode ser justificado por duas vertentes: a primeira é que no processo de compostagem, o aumento da temperatura na fase termófila pode ter eliminado os ovos de nematoide que por ventura estivessem presentes, tendo em vista que segundo Carvalho (2017), temperaturas acima de 40°C reduz a atividade vitais dos ovos de nematoides, bem como o manejo realizado de forma adequada desde a coleta até o armazenamento do composto impediu a contaminação; a outra justificativa é que substâncias orgânicas de uma forma geral melhoraram as características do solo. Porém, de acordo com OKA (2010), os mecanismos relacionados a supressão de nematoides por substâncias orgânicas são: liberação de compostos nematicidas pré-existentes no composto; geração de compostos nematicidas durante a degradação da matéria orgânica; aumento ou introdução de microrganismos antagonistas; aumento da tolerância e resistência vegetal e mudanças nas características do solo que desfavorecem os nematoides. A atuação conjunta desses mecanismos com outros fatores, como o tipo de cultura, fatores climáticos, manejos, dentre outros, pode ser o fator crucial para a inibição efetiva de populações de nematoides em solos sob tratamento com substâncias orgânicas. Nazareno (2009) avaliou o efeito da matéria orgânica no desenvolvimento do nematoide na cultura do alface cv. Vêronica sob o uso de esterco bovino e cama de frango e viu que o nematoide apresentou uma maior susceptibilidade quando submetido ao esterco bovino.

É importante evidenciar que a nutrição adequada é um fator primordial a ser levado em consideração para o desenvolvimento adequado das plantas bem como sua resistência aos patógenos, inclusive o nematoide. Nutrientes como potássio (K) e manganês (Mn) por exemplo, são fortemente relacionados com a melhoria da condição geral das plantas atacadas por nematoides (ZANDONADI, 2014).



**Figura 14.** Sistema radicular do tomateiro *Solanum lycopersicum* plantado no substrato da EMEPA. A) observa-se a presença de galhas logo na porção final do caule onde surgem as raízes. B e C) Presença de nematoide em todo segmento do sistema radicular.



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 15.** Sistema radicular do tomateiro *Solanum lycopersicum* plantado com o solo da mata. A) observa-se o mal desenvolvimento da planta bem como a presença de galhas nas raízes. B e C) Presença de galhas de nematoides em todo segmento do sistema radicular.



Fonte: Autor, 2018.

## **7 CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos nas condições estabelecidas e avaliadas neste estudo, conclui-se:

- O composto orgânico produzido pela EMPASA promoveu um maior número de sementes germinadas e proporcionou um bom desenvolvimento em altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule do tomateiro cv. Santa Clara;
- Foi constatado que o composto orgânico da EMPASA não desenvolveu plantas contaminadas pelo nematoide-das-galhas;
- O composto da EMEPA e o solo da mata estavam contaminados com o nematoide e por consequência gerou uma diminuição no desenvolvimento do Tomateiro cv. Santa Clara.

Sendo assim, apenas o composto orgânico da EMPASA apresenta potencial para ser comercializado e indicado para a produção de mudas do tomateiro.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM. Associação brasileira de comércio de sementes e mudas. Manual técnico de cultivo de hortaliças. 60 p. 2001.

BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Ann Bot.*, v.100, p. 1085–1094, 2007.

CASSIMIRO, C. M.; MACÊDO, L.S.; MENINO, I. B. Avaliação de acessos de cajazeira (*Spondias mombin*) do Banco Ativo de Germoplasma da Emepa, PB. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, v.3, n.3, p.01-06, 2009.

CERRI, C. E. P. Compostagem. São Paulo: Programa de Pós – Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. 19 p. 2008

COSTA, R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRAME, L. T. C. O Processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. *Geama*, , v. 1, n. 2, p.1-15, 2015.

CORDEIRO, N. M. Compostagem de resíduos verdes e avaliação da qualidade dos compostos obtidos - Caso de estudo da algar S.A. 2010. 102p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

CARVALHO, P. H. Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, 98p. 2017.

DEMUNER, A. P. V.; MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; VIEIRA, G. H.S.; GARCIA, W. A.;

ZINGER, L.; PIRES, A. A. Emergência de plântulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em diferentes tensões de retenção de água no solo. *THEMA*. v.14, n. 4. p. 14 -24. 2017.

DONG, L.; LI, X.; HUANG, C.; LU, Q.; LI, B.; YAO, Y.; LIU, T.; ZUO, Y. Reduced *Meloidogyne incognita* infection of tomato in the presence of castor and the involvement of fatty acids. *Scientia Horticulturae*. p.169-175, 2018.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Cultivo de tomate para industrialização. Sistemas de Produção, 1-2ª Edição. 2006

EMBRAPA. A cultura do Tomateiro (para mesa) I Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. 92 p. 1993.

FEDERAL, G. Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2010.

FERREIRA, R. M. I. Estrutura e desenvolvimento da galha radicular induzida por *meloidogyne javanica* em *Glycine max* l. Dissertação. 47 p. 2017.

FILETI, M. S.; SIGNORI, G.; BARBIERI, M.; GIROTO, M.; FELIPE, A. L. S.; JUNIOR, C. E. I.; SILVA, D. P.; EPIPHANIO, P. D.; LIMA, F. C. C. Controle de nematóide utilizando adubos verdes. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. Ano X, n. 20. p. 01-04, 2011.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba (Köppen's and Thornthwaite Climate Classification for Paraíba State). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

GERSZBERG, A.; KONKA, K. H.; KOWALCZYK, T.; KONONOWICZ, A. K. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the service of biotechnology. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, v. 120, p.881–902, 2015.

GOMES, R. B.; ZUFFELATO, J. V.; COLOMBO, J. N.; KRAUSE, M. R.; NETO, A.C. B.; SEIF, M. E. Produção de mudas de tomate “Roquesso” com substratos orgânicos. *Cadernos de Agroecologia*. Vol. 13, N° 1, p. 1-6. 2018.

IBGE- Em setembro, IBGE prevê safra 6% menor que a de 2017. Acesso em 13/10/2018 às 22:56. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22780-em-setembro-ibge-preve-safra-6-menor-que-a-de-2017>

JUNIOR, F. P. B. Produção de tomate (*solanum lycopersicum* L.). Reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-AM. Dissertação Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Ciências Agrárias- Programa de pós-graduação em agronomia tropical. 2012.

JÚNIOR, E. G. S.; MAIA, J. M.; SILVA, A. F.; SANTOS, E. E. S.; RECH, E.G.; ALMEIDA, A. Influência de composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia. BIOFARM. V, 11. P.1-13. 2015.

KOENIG, D.; JIMENEZ-GOMEZ, J.M.; KIMURA, S.; FULOP, D.; CHITWOOD. DH.; HEDLAND, L.R.; KUMAR, R.; COVINGTON, M.F.; DEVISETTY, U.K.; TAT, A.V.; TOGHE, T.; BOLGER, A.; SCHNEEBERGER, K.; OSSOWSKI, S.; LANZ, C.H.; XIONG, G.; TAYLOR-TEEPLES, M.; RADY, S.M.; PAULY, M.; WEIGEL, D.; USADEL, B.; FERNIE, A.F.; PENG, J.; SINHA, N.R.; MALOOF, J.N. Comparative transcriptomics reveals patterns of selection in domesticated and wild tomato. Proc Natl Acad Sci USA, v. 28, p. E2655–2662, 2013.

LI, J.; WANG, D.; FAN, W.; HE, R.; YAO, Y.; SUN, L.; ZHAO, X.; WU, J. Comparative effects of different organic materials on nematode community in continuous soybean monoculture soil. Applied Soil Ecology .v. 125, p. 12-17, 2017.

MELLO, S.C.; VITTI, G.C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 3, p. 452–458, setembro 2002.

MOTA, L. C. B. M. Microorganisms, chitin and chitosan to manage root-knot nematodes on tomato. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

MORALES, A. B.; BUSTAMANTE, M. A.; MARHUENDA-EGEA, F. C.; MORAL, R.; ROS, M.; PASCUAL, J. A. Agri-food sludge management using different co-composting strategies: study of the added value of the composts obtained. *Journal of Cleaner*. v. 121, p.186- 197. 2016.

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.

NAZARENO, G. G. Utilização de matéria orgânica no controle de nematoide das galhas em alface sob cultivo protegido. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UNB, 75 p. Dissertação de mestrado. 2009.

NAIKA S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. A cultura do tomate produção, processamento e comercialização. *Agrodok*, v. 17, 104p, 2006.

NUNES, M. U. C. Compostagem e fertilizantes orgânicos: ferramentas para a gestão de resíduos sólidos. 59. ed. Sergipe: EMBRAPA, 2009. 7 p.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. – Fortaleza., EMBRAPA Agroindústria Tropical, Documentos 89. 17p, 2004.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments- A review. *Applied Soil Ecology*, v. 44, n. 2, p. 101–115, 2010.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SUINAGA, F. A. Manejo de nematoides na cultura do tomate. Circular Técnica 132. EMBRAPA. 2014.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. Circular Técnica 104. EMBRAPA. 2012.

PEREIRA, J. J. S. Doses de composto orgânico e consorciação com *Crotalaria spectabilis*

sobre nematoides e produtividade da figueira. Dissertação. Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia Programa De Pós-Graduação Em Agronomia. 2017.

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. R.; Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. *Nativa*, Sinop, v. 01, n. 01, p. 44-48. 2013.

ROCHA, F. C.; DAMASCENO, J. C. A.; SOARES, A. C. F.; JESUS, F. N.; CONCEIÇÃO, M. R. Utilização do resíduo de sisal no controle de *Meloidogyne Incognita* em bananeira. II Simpósio de Agroecologia -Euclides da Cunha – BA. *Cadernos Macambira*, v.1, n.2 p.41-48, 2015.

SANTOS, D. C.; FERREIRA, R. G. F.; NETO, S. E. A.; QUEIROZ, E. F.; MEDEIROS, R. S.; Produção de mudas de tomateiro em substratos alternativos. *Enciclopédia Biosfera*, v.11 n.21; p. 1530, 2015.

SOUZA, F. A.; AQUINO, A. M.; RICCI, M. S. F.; FEIDEN, A. Compostagem. Comunicado técnico nº 50, EMBRAPA Agrobiologia, p 1-10. 2001.

SANTOS, F. F. B. Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV). 75p. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação – IAC. 2009.

SANTOS, A. V. Reação de Cafeeiros (*Coffea canephora*) ao Nematóide-das-Galhas *Meloidogyne incognita* (Est I2) sob condições controladas de inoculação. 2017. 118 f. Tese Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. 2017.

THONGKAEWYUAN, A.; CHAIRIN, T. Biocontrol of *Meloidogyne incognita* by *Metarhizium guizhouense* and its protease, *Biological Control*, p. 01-23, 2018.

TAKAKI, T. T.; PEREIRA, T. T.; SOUZA, R. B.; ZANDONADI, D. B. Crescimento de plântulas de tomate influenciado por diferentes extratos de vermicomposto. III Jornada Científica da Embrapa Hortaliças, Embrapa Hortaliças. 2013.

VIDAL, M. C.; CARRIJO, O. A.; VIEIRA, C. M.; LIZ, R. S.; SOUZA, R. B. Desenvolvimento inicial de tomateiro cultivado em diferentes níveis de enriquecimento de substratos em ambiente protegido. EMBRAPA Hortaliças. P. 1-4. 2002.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. Horticultura Brasileira v.32: p.14-20. 2014.