

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARINARA PENS TEIXEIRA

**USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
TOMATE**

MEDIANEIRA

2022

MARINARA PENS TEIXEIRA

**USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
TOMATE**

Substrates applied for the production of tomato seedlings

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Profa. Dra Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi

Coorientador(a): Me. Felipe martins Damaceno

MEDIANEIRA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MARINARA PENS TEIXEIRA

**USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
TOMATE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Tecnólogo em Gestão Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 10/junho/2022

Profa Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi
Doutorado em Engenharia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira

Profa Giovana Clarice Poggere
Doutorado em Ciência do Solo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira

Felippe Martins Damaceno
Doutorado em Engenharia Agrícola
Universidade Norte do Paraná

MEDIANEIRA

2022

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço aos meus orientadores Profa. Dra. Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi e Prof. Me Felipe Martins Damaceno pela sabedoria com que me guiaram neste trabalho.

Aos meus colegas de sala e aos servidores da universidade pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa e desta trajetória.

RESUMO

Os substratos orgânicos podem conter diferentes formulações, sendo elas com resíduos compostos oriundos de fontes de carbono e nitrogênio, decompostos por meio da ação de microrganismos. São preparados por meio de diferentes metodologias, dando origem à compostagem e vermicompostagem. Os substratos orgânicos podem ser agregados de forma benéfica à produção de mudas, sendo utilizados no presente trabalho para produção de mudas de tomate. O presente trabalho buscou caracterizar por meios físico-químicos (pH, condutividade elétrica, sólidos fixos, sólidos voláteis, carbono orgânico total, nitrogênio total de Kejeldahl, relação carbono e nitrogênio e densidade) diferentes substratos orgânicos, realizar análises fitométricas (massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e número de folhas) nas plântulas de tomate e, através de análises espectrométricas, avaliar as concentrações de pigmentos fotossintetizantes presentes nas folhas das mudas do tomate os quais foram plantados com diferentes substratos sendo eles: substrato comercial, vermicomposto e substrato derivado da compostagem. Os métodos estatísticos utilizados foram: Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), análise de variância (ANOVA) e comparados com a utilização do Teste de Tukey com 5% de significância. A correlação das variáveis foi feita por meio da correlação linear de Pearson. Ao final do experimento obteve-se melhor resultado fitométrico nos tratamentos T2 (100% composto orgânico) e tratamento T4 (70% composto orgânico e 30% substrato comercial), e maiores concentrações de pigmentos nos tratamentos T4 e T7 (70% vermicomposto e 30% substrato comercial).

Palavras chaves: pigmentos fotossintetizantes; composto orgânico; plântulas.

ABSTRACT

Organic substrates can contain different formulas, being compounds or compounds of carbon sources and medium containing substances decomposed by microorganisms. They are prepared using different methodologies, giving rise to composting and vermicomposting. The organic substrates can be aggregated in a form of transformation to the use of seedlings, in the present work for the production of production products. (pH, electrical electrical conactivity, solid solids) (pH, electrical electrical conactivity, solid solids) total, fixed Kejelda total carbon, carbon and root ratio and density) different organic materials, chemically perform phytometric tests (total dry mass, solids solids), aerial mass and number of leaves) in replacement plants with different substrates and tomato, through commercial seedling pigment leaves, vermicompost and substrate derived from compost. The statistical methods used were: Intensely Randomized Design (DIC), analysis of variance (ANOVA) and compared with the use of the Key Test with 5% of significance. The verification of variables was done using Pearson's linear verification. At the end of the experiment, he obtained the best phytometric result in treatments T2 (100% organic compost) % commercial replacement).

Keywords: photosynthetic pigments; organic compost; seedlings.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Absorção de luz pela clorofila a e b versus comprimento de onda em nm.	25
Figura 2 - Absorção de luz pela carotenoides versus comprimento de onda em nm	26
Figura 3 - Caracterização visual do Composto orgânico no início do processo	28
Figura 4 - Caracterização visual do Composto orgânico no final do processo.....	29
Figura 5 - Caracterização visual do Vermicomposto	30
Figura 6 - Caracterização visual do Substrato comercial	30
Figura 7 - Tubos acoplados no bloco digestor.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização inicial dos substratos	38
Tabela 2 - Caracterização dos substratos após o desenvolvimento das mudas de tomate.	40
Tabela 3 - Parâmetros fitométricos das mudas de tomate cultivadas em diferentes substratos.....	42
Tabela 4 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis avaliadas	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Concentrações de clorofila a (a), clorofila b (b), clorofila a + b (c), carotenoides (d) e nitrogênio total kjeldahl (NTK) foliar (e) das mudas de tomate cultivadas em diferentes substratos.46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral	13
2.2	Objetivos Específicos	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Aspectos Gerais Sobre a Produção de Tomate	14
3.2	Valorização De Resíduos: Compostagem e Vermicompostagem....	15
3.3	Propriedades do Substrato Para Produção de Mudanças	17
3.3.1	pH.....	18
3.3.2	Condutividade elétrica	19
3.3.3	Série de sólidos	20
3.3.4	Carbono Orgânico Total	20
3.3.5	Relação Carbono e Nitrogênio	21
3.3.6	Nitrogênio Total Kjeldahl	22
3.3.7	Atributos físicos: Densidade	22
3.4	Pigmentos Fotossintetizantes	23
3.5	Análise De Qualidade de Mudanças e Parâmetros Fotossintetizantes	26
4	METODOLOGIA	28
4.1	Substratos.....	28
4.2	Configuração do Experimento	31
4.3	Métodos Analíticos.....	32
4.3.1	Análise Química dos Substratos.....	32
4.3.2	Umidade e série de sólidos	32
4.3.3	Determinação de nitrogênio Kjeldahl (NTK)	33
4.3.4	Carbono Orgânico Total (COT)	34
4.3.5	Relação C/N	34
4.3.6	Determinação de pH.....	35
4.3.7	Determinação de Condutividade elétrica	35
4.3.8	Determinação do Teor de Clorofila A, Clorofila B, Betacaroteno.....	35
4.3.9	NTK foliar	36

4.4	Análise dos parâmetros Fitométricos	36
4.5	Análise Estatística.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	Caracterização dos Substratos	38
5.2	Produção de Matéria Seca e Número de Folhas de Mudanças de Tomate	41
5.3	Produção de Pigmentos Fotossintetizante	43
5.4	Correlações Entre as Variáveis Avaliadas	47
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a sociedade vive em um cenário com grande aumento populacional. Este aumento traz consigo diversos fatores que se tornam problemas urbanos, como por exemplo a destinação de resíduos sólidos orgânicos. O destino final desses resíduos orgânicos pode agregar-se de maneira benéfica ao cenário atual, isto se dá por meio da disseminação do conhecimento com relação à sustentabilidade vinculado ao descarte desses resíduos, buscando cada vez mais alternativas para a utilização de resíduos sólidos orgânicos para a produção vegetal.

De acordo com Zaccheo et al. (2013) apud Krause et al. (2017) aproximadamente 60% do sucesso de uma cultura está no plantio de sementes de qualidade, e para que se obtenha mudas com qualidade físicas, químicas e biológicas, o substrato onde ela está inserida é um fator primordial para o sucesso. Desta forma, o substrato em que a semente for plantada é um fator primordial para o sucesso do desenvolvimento da muda.

Através de pesquisas realizadas pela comunidade científica, a utilização da combinação de diferentes resíduos orgânicos estabilizados por meio de biotecnologias como a compostagem e vermicompostagem é uma alternativa sustentável para a produção de mudas, uma vez que a utilização desses substratos aponta características positivas com relação a germinação e o desenvolvimento dessas mudas (KRAUSE et al., 2017).

Uma tendência geral para compor substratos comerciais na produção de mudas tem sido a inserção de compostos orgânicos, que contribui não só para o fornecimento de nutrientes, mas também para as características físicas e microbiológicas do meio de cultivo (LUCAS et al., 2003 apud DOS SANTOS et al., 2017).

A relação altura e diâmetro de colo e o índice de qualidade de Dickson são os parâmetros mais importantes para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (GOMES, 2001 apud SANTOS, *et al.*, 2017). Tais parâmetros são estimulados diretamente pela qualidade do meio de cultivo utilizado.

Através do desenvolvimento fitométrico da plântula, o processo de análise dos pigmentos fotossintetizantes também busca esclarecer como a planta usa de nutrientes do solo para o seu desenvolvimento. Dias Filho (1997) apud Rêgo et al.

(2004), relacionam a eficiência do crescimento da planta à habilidade de adaptação das plântulas e mudas às condições luminosas do ambiente e respostas fotossintéticas.

A avaliação de diferentes substratos busca verificar quais apresentam melhores condições e recursos para o desenvolvimento da planta. Avaliar o crescimento eficiente implica em ter uma planta que realiza o processo fotossintético melhor e, assim, acumula biomassa.

A eficiência fotossintética das plantas é diretamente relacionada com as clorofilas, pigmentos estes que são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia. Estão presentes nos vegetais em sua maioria na forma de clorofila *a* e *b*, e o carotenoide. Os pigmentos fotossintetizantes também estão relacionados ao crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes das plantas, podendo variar suas concentrações de acordo com as quantidades de nutrientes que a planta recebe (QUEIROZ, 2012)

O presente trabalho buscou avaliar se a adição de resíduos orgânicos ao substrato comercial melhorou o desenvolvimento de *Solanum lycopersicum* e se interferiu na produção dos pigmentos fotossintetizantes. Será que a quantidade dos pigmentos fotossintetizantes também pode ser influenciada com o uso de diferentes substratos?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* (tomate).

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar por meio de parâmetros físico-químicos os substratos orgânicos provenientes de composto e vermicomposto com substrato comercial;
- Analisar o desenvolvimento fitométrico de plântulas de *Solanum lycopersicum* em diferentes proporções de substratos.
- Comparar o efeito do composto orgânico, vermicomposto e substrato comercial na disponibilidade de pigmentos fotossintetizantes em produção de mudas de tomates;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será discutido sobre os aspectos gerais da produção do tomate, quais seriam o benefício do adubo adquirido através da compostagem e da vermicompostagem e quais as propriedades desses substratos e por fim os parâmetros fotométricos que foi fator de análise do trabalho.

3.1 Aspectos Gerais Sobre a Produção de Tomate

O *Solanum lycopersicum*, conhecido popularmente por tomate, tem a sua origem na costa oeste da América do Sul, local em que se prevalecem temperaturas moderadas entre 15 °C a 19°C, com baixa precipitação pluviométrica que contribui para o seu desenvolvimento (FUCHS et al., 2017).

De acordo com Szilagyi-Zecchin et al. (2015) apud Faostat (2010), atualmente o cultivo de tomateiros é feito no mundo inteiro e possui grande relevância tanto econômica e social, além do mais, é um alimento altamente industrializável sendo possível transformar em suco, pasta e desidratar. De acordo com o Anuário Brasileiro de Tomate (2016) apud Treichel et al. (2016) o tipo de tomate mais consumido no Brasil in natura é o Salada Longa Vida, por apresentar menores preços nos mercados consumidores.

O tomate tem grande importância nutricional para quem o consome, pois possui em sua composição nutricional vitaminas A, B1, B2, B3 e B6, além de fibras e ácidos importantes para o metabolismo do ser humano. E, com o passar dos anos a indústria vem acelerando o processo de aprimoramento genético com o objetivo de selecionar as características mais desejáveis para a alimentação humana (DAVIES; HOBSON, 1981 apud EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006).

Atualmente, no Brasil, há três principais tipos de cultivo quando se discute o plantio do tomate. A mais comum é o plantio através de mudas as quais as sementes foram plantadas em bandejas até atingir o tamanho ideal para o transporte e transplante (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006). Segundo Rodrigues et al. (2010) quando se fala na cadeia produtiva de hortaliças com qualidade, a formação das mudas é umas das fases mais importantes no ciclo de maturação, pois esta fase irá

influenciar no desempenho final da planta, por isso um processamento adequado das mudas antes mesmo do plantio pode garantir plantas com melhor qualidade.

O segundo modelo abordado é o plantio direto na palha, ou seja, incide em efetuar o plantio das sementes ou o transplante das mudas sem efetuar o preparo do solo com aração e gradagem, mantendo a palha da cultura anterior como meio de cultura (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006).

Por fim, a terceira técnica abordada consiste em plantar através do modelo de semeadura direta, em que é feito o processo de fileiras simples no terreno, o terreno é passado por um processo de adubação e posteriormente a semeadura (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006).

3.2 Valorização De Resíduos: Compostagem e Vermicompostagem

A compostagem e a vermicompostagem tratam-se de sistemas de baixo custo, os quais utilizam de resíduos orgânicos e transformam-se em compostos que podem ter um alto índice de valor nutricional para as plantas e para a produção de mudas (HAND et al., 1988 apud. LOUREIRO et al., 2007). Para que tais sistemas possam ser usados, é necessário seguir processos que garantem a qualidade do composto. Um destes é a maturação do material compostado, pois se o mesmo não se encontra em nível de maturação adequado para ser utilizado, pode ocasionar a liberação de amônia no solo e danificar as raízes das culturas, ou até mesmo, inibir que ocorra o processo de germinação das sementes (PEREIRA NETO, 2007 apud CRISTINA, 2017).

A compostagem é um processo biológico aeróbio, exotérmico em que os substratos orgânicos são decompostos por meio da ação de microrganismos, o que ocasiona a liberação de gás carbônico e vapor de água, produzindo, no final um produto estável, rico em matéria orgânica e mais humificado, com propriedades e características diferentes do material que lhe deu origem (KIEHL, 1985; KIEHL, 2004; REIS, 2005 apud CRISTINA, 2017).

O uso da matéria orgânica, feito através da técnica de compostagem resulta em um substrato rico em matéria orgânica que pode ser utilizado como fertilizante (CRISTINA, 2017). De acordo com Souza (2015) a utilização do composto orgânico interfere significativamente na resistência da planta, uma vez que aumenta a

capacidade do solo de retenção de água, aumenta a presença da microfauna benéfica para o solo e plantas, aumenta a microbiota possibilitando a presença de bactérias fixadoras de nitrogênio e as micorrizas, aumenta a capacidade das raízes em absorver materiais minerais do solo, proporciona o equilíbrio entre micro e macro nutrientes ativando enzimas reguladoras do metabolismo da planta, aumenta a oxigenação do solo, possui substâncias de crescimento, os fitormônios que aumentam respiração e fotossíntese das plantas.

Quando se analisa a viabilidade da aplicação da utilização da técnica de compostagem no cenário brasileiro se conclui que é alta devido à grande geração de resíduos orgânicos no Brasil, essa realidade é descrita pelo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2020) que no ano de 2020 foi gerado 79 milhões de toneladas de resíduo sólido urbano, um aumento de 12 milhões de toneladas quando comparado ao ano de 2010. Sendo que de acordo com a pesquisa realizada, em torno de 40% desse resíduo teve uma destinação inadequada.

Parizotto e Pandolfo (2009) ao estudarem a produção orgânica de alface e atributos do solo por meio da aplicação de composto de dejetos de suínos, verificaram que a compostagem se apresenta como uma alternativa de uso dos dejetos de suínos para fornecimento de nutrientes na produção orgânica, diminuindo o custo de produção e o impacto no ambiente. De acordo com Oliveira et al. (2014), a elevação de doses dos compostos orgânicos por ocasião da adubação da alface favorece o aumento não apenas dos teores de fósforo e de sódio trocável no solo, mas também dos teores de cálcio e potássio, com o uso de alguns compostos.

Com relação a vermicompostagem, de acordo com Cristina (2017) trata de um conceito da vermitecnologia:

Vermidepuração (tratamento de efluentes com auxílio de minhocas), vermifertilização (utilização de produtos e subprodutos da vermicompostagem para a fertilização orgânica de solos), vermiponia (combinação entre vermicompostagem e a hidroponia para produção de culturas), vermicultura (produção de minhocas) e vermirremediação (recuperação de solos e substratos contaminados por meio da ação das minhocas) (LOURENÇO, 2014 apud. CRISTINA, 2017, p. 34).

O processo da vermicompostagem é parecido com o da compostagem, em que o material passa por transformações físico-químicas até, por exemplo, estar propício a ser utilizado como adubo, porém, a diferença primordial da vermicompostagem é a utilização de minhocas para a transformação do resíduo,

que tem por função a quebra do material em partículas menores acelerando o processo (LOUREIRO et al., 2007).

Luz et al. (2004) apud Rodrigues et al. (2010) comentam sobre a possibilidade de utilização de resíduo orgânico urbano para o processo de adubação, com isso a utilização de substratos orgânicos para a produção de mudas de tomateiro consiste em apresentar características físicas e químicas adequadas ao desenvolvimento da planta. Alguns dos exemplos benéficos de utilização desse substrato é a capacidade de reter a umidade, drenar o excesso de água, fornecendo nutrientes suficientes para o seu crescimento (LEAL et al., 2007 apud. RODRIGUES et al., 2010).

3.3 Propriedades do Substrato Para Produção de Mudanças

A composição do solo, sendo ela mineral, orgânica, ar e água é responsável por realizar o “gerenciamento” do reservatório de nutrientes para a planta, já que para a mesma possa se desenvolver é necessário que o solo tenha quantidades adequadas de nutrientes para que a planta se desenvolva (REICHARDT, 2016). Quando essas quantidades de nutrientes não estão adequadas ou suficientes para o crescimento da planta é necessário que se faça o gerenciamento desse solo através de correções de nutrientes. Um dos modelos de gerenciamento de correção do solo é a utilização de substratos orgânicos, pois quando eles apresentam características físico-químicas adequadas podem favorecer o desenvolvimento das mudas, permitindo uma formação inicial de qualidade que faz com que a planta consiga se desenvolver até a forma adulta (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014 apud VIEIRA; WEBER, 2015). Basicamente, a utilização de substratos em larga escala auxilia a condicionar e fertilizar o solo.

Ludwig et al. (2014) ao avaliarem as características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso, verificaram que as características do substrato orgânico, em especial o pH, influenciou na absorção de nutrientes e na produção de gérbera, podendo alterar a qualidade final da planta.

Sartori et al. (2012) mencionam que para obter um bom composto, são desejáveis boas condições para a transformação desses resíduos, como temperatura e umidade ideal, disponibilidade de dióxido de carbono e oxigênio, tendo como resultado um substrato com atributos equilibrados: propriedades físicas,

físico-químicas, biológicas do solo e sais minerais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

3.3.1 pH

O potencial hidrogeniônico, conhecido por pH, é uma escala universal que realiza a medição da substância podendo ela ser a ácida ou básica. A acidez de uma solução é medida pela concentração de íons de hidrogênio livres e, quanto maior a quantidade dele mais ácida será a solução; ao contrário, quando essa solução tiver uma quantidade maior de íons de hidroxila livres, ela será denominada de básica ou alcalina (SILVA, 2014).

Efeitos benéficos do manejo orgânico de solos ácidos foram verificados em diversos sistemas agrícolas, sendo observadas alterações químicas na camada de 0 a 20 cm de profundidade, como a elevação do pH e do teor de Ca⁺ em detrimento do Al⁻ (PREISLER, 2002; BESSHO; BELL, 1992; SANCHEZ et al., 1990;).

Segundo estudo realizado pela INCEPAR (2005) uma área monitorada por oito anos consecutivos (de 1991 à 1999) apresenta os seguintes índices de pH para adubação orgânica e adubação mineral: O pH inicial de ambas as culturas era de 6. O local com adubação mineral apresentou decaimento nos primeiros três anos, chegando a pH 5. Na mesma porção de tempo o solo com adubação orgânica chegou a obter valor de pH 7, mantendo-se estável com o passar dos anos. Já o solo com adubação mineral apresentou variações ao longo do tempo, com o pH chegando até 6 (em 1999). Pode-se dizer que a adubação orgânica proporciona evolução da fertilidade do solo temporal, podendo garantir bom desempenho e produtividade dos cultivos (SOUZA, 2005).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020) determina na Instrução normativa número 61 de 08 de julho de 2020 em seu artigo 8 padrões de pH para os fertilizantes orgânico misto e orgânico composto sólidos, sendo determinado para o húmus de minhoca o valor de pH menor ou igual à 6 e para compostos sólidos o valor de pH conforme declarado pelo produtor.

Kiehl (2002) apud Brito (2008) mencionam que o pH pode ser um indicativo do estado de decomposição dos materiais, aumentando gradualmente com o

processo de compostagem e estabilização dos materiais, alcançando normalmente valores entre 7 e 8.

3.3.2 Condutividade elétrica

Quando se realiza a medição da condutividade elétrica é possível aferir fatores tanto estáticos como dinâmicos que incluem a salinidade do solo, a mineralogia e argila, umidade, resistividade e temperatura (JOHNSON et al., 2003 apud RABELLO, 2009).

Para se realizar a medição da condutividade elétrica do solo é necessário usar um equipamento que injeta uma determinada intensidade de corrente elétrica no solo através de dois eletrodos, assim é medido a diferença de potencial desses eletrodos e se obtém um valor referente a condutividade elétrica (RABELLO, 2009).

Através da medição da CE é possível verificar o excesso de sais no solo, isso interfere na absorção de água pela planta, pois quanto maior a concentração de sais a planta irá precisar de uma energia maior para absorver a água que está presente no solo, pois irá surgir um efeito osmótico inverso (BRANDÃO; LIMA, 2002). Matos et al. (2013) mostraram em seu estudo que a condutividade elétrica elevada (16 dS m⁻¹) causou redução no crescimento vegetativo de mudas e elevou a senescência e abscisão foliar. Lopes et al. (2010) apud Magalhães et al. (2011) apuraram em seus estudos que a CE gera estresse às plantas, causando efeito fitotóxico, podendo refletir na concentração de pigmentos fotossintéticos.

De acordo com Craul&Switzenbaun (1996) apud Pereira et al. (2013) a condutividade elétrica de compostos orgânicos não deve exceder 4,0 (ds/m). Pereira et al. (2013) analisaram o comportamento da condutividade elétrica em compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos agroindustriais e obtiveram um valor de, sendo 5,55 (ds/m), sendo justificado pela utilização de esterco no processo de compostagem, podendo o mesmo obter um nível de maturação mais adequado para atingir de níveis adequados.

3.3.3 Série de sólidos

Os sólidos totais determinam a humidade presente na amostra. Carmo e Silva (2012) utilizam em seu estudo o método de combustão seca, onde basicamente são secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 48 h.

Segundo Pedrosa et al., (2013) a quantificação dos sólidos voláteis pode ser utilizada na avaliação da degradação da matéria orgânica, uma vez que tende a diminuir à medida que a matéria orgânica é degradada. Os mesmos autores utilizaram como método de determinação de teor de sólidos voláteis as quantidades de cinzas que restavam após a combustão da amostra em laboratório.

Segundo Hasan et al. (2019) os sólidos fixos referem-se à parcela de material inorgânico presente em uma amostra. Lougon et al. (2009) utilizam como determinação de sólidos fixos por meio de calcinação em mufla a (550 ± 50) °C por 1 hora.

Dias et al., (2010) afirmam que por meio da determinação da umidade pode-se determinar também o teor de carbono e Jiménez & García (1989) afirmam a possibilidade da determinação da relação C/N, que é um dos fatores reguladores do processo de compostagem.

3.3.4 Carbono Orgânico Total

O dióxido de carbono é um gás encontrado na atmosfera da terra e através de atividades fotossintetizantes das plantas o carbono é fixado e mantido nas plantas, uma parte desse carbono é armazenado na forma de biomassa, pelas folhas, caules, raízes, e essa biomassa se torna parte importante do solo (ROMÃO, 2012).

Outro fator que contribui para a variação nos teores de carbono do solo é através do seu manejo, em especial, quando se utiliza da agitação solo antes da inserção de uma nova cultura, ou a incorporação de fertilizantes, o que ocasiona movimentação do solo, e estimula a ação dos microrganismos decompositores (BAYER et al., 2000 apud FARIA et al., 2008).

Como forma de avaliar a qualidade de materiais orgânicos, o grau de maturação e/ou estabilidade de compostos orgânicos pode ser expresso através da

relação entre CTC (meq/100g) e o teor de carbono orgânico expresso em porcentagem (RODELLA, 1994). Dores et al. (2012) menciona em seu estudo que os processos de estabilização da matéria orgânica levam a mineralização de parte do material lábil e à humificação de outra parcela, sendo assim ocorre a diminuição da matéria orgânica após a estabilização do composto, conseqüentemente parte do carbono contido no material inicial evolui para a atmosfera em forma de CO₂, devido à processos aeróbicos.

Quando se trata de vermicomposto, obtém-se uma menor porcentagem de massa de matéria orgânica comparado a compostos. Isso ocorre, pois além do processo de degradação microbiológica existe o processo de alimentação das minhocas, que utilizam a matéria orgânica para seu desenvolvimento e que também promovem a mineralização do carbono orgânico para CO₂ (DORES et al., 2012). Os mesmos autores mostraram em seu estudo que o processo de vermicompostagem obteve mais sucesso na remoção de carbono orgânico total, quando comparado ao processo de compostagem.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020) determina na Instrução normativa número 61 de 08 de julho de 2020 em seu artigo 8 padrões de carbono orgânico para os fertilizantes, sendo determinado para composto sólidos orgânicos o valor de no mínimo 15%.

3.3.5 Relação Carbono e Nitrogênio

Autores como Rodella & Alcarde (1994) e Dores et al. (2013) afirmam que a relação carbono e nitrogênio é oficialmente um parâmetro que caracteriza o grau de maturação de substratos orgânicos como o composto e vermicomposto.

De modo geral, a relação de carbono/nitrogênio em substratos orgânicos comumente encontra-se à cerca de 30:1, sendo afirmado por Brito (2008), que sinaliza que essa é a relação frequentemente considerada ideal. No entanto Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020) determina na Instrução normativa número 61 de 08 de julho de 2020 em seu artigo 8 que a relação carbono e nitrogênio em fertilizantes orgânico misto e orgânico composto sólidos deve ser no máximo 20:1.

Quando se trata do processo de compostagem, deve-se levar em consideração a ação microbiana, que promove a degradação da matéria orgânica, ocasionando a diminuição da relação carbono e nitrogênio. Pedrosa et al. (2013) mostra em seu estudo que seu processo de compostagem reduziu de 28:1 no início do processo para 6:1 ao término do processo.

3.3.6 Nitrogênio Total Kjeldahl

O termo NTK se refere ao nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal, ou seja, nitrogênio combinado com amônia, e é conhecido como nitrogênio Kjeldahl (ZANELLI JUNIOR, 2018).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020) em sua Instrução normativa número 61 de 08 de julho de 2020 em seu artigo 8 o teor de nitrogênio total para os fertilizantes orgânico misto e orgânico composto sólidos deve ser de no mínimo 0,5%.

Quando se trata do processo de vermicompostagem, a tendência do nitrogênio total Kjeldahl é aumentar, pois durante o processo de respiração e mineralização, tanto das minhocas quanto dos microorganismos, parte da matéria orgânica transforma-se para CO₂, gerando assim a concentração de macro e micro nutrientes (DORES-SILVA, 2011). Teixeira (2013) afirma que o aumento do nitrogênio é um resultado positivo para o vermicomposto, já que o elemento é um nutriente importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O nitrogênio juntamente com outros nutrientes, como fósforo e potássio são elementos fundamentais para o processo de conversão de energia solar em energia química, desempenhando papel chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e transferência da informação genética (LOUREIRO, 2008).

3.3.7 Atributos físicos: Densidade.

As plantas necessitam de boas condições físicas e químicas para realizar seu desenvolvimento, portanto a compactação é uma problemática para tal, podendo ocorrer o aumento de perdas de nitrogênio por desnitrificação (Soane &

Ouwerkerk, 1994 apud Rodrigues et al., 2011). Schmitz *et al.* (2002) destacam que materiais com elevada densidade se tornam inconvenientes pelo peso excessivo, falta de aeração e a drenagem.

Valente et al. (2009) afirmam que fatores como alto teor de umidade e baixa granulometria de compostos orgânicos são fatores que podem contribuir para a elevação da densidade, podendo dificultar a ação dos microrganismos.

Da Costa et al. (2017) avalia substratos para o enraizamento de estacas de goiabeira. Os autores mencionam que o composto orgânico é uma alternativa promissoras, pois proporciona baixa densidade, lenta biodegradação, porosidade e drenagem, favorecendo o processo de enraizamento.

Schmitz *et al.* (2002) menciona que para a produção de mudas em bandejas necessita-se de substratos leves, pois a baixa densidade não compromete a estabilidade do recipiente, entretanto Jansen *et al.* (1989) apud Schmitz et al. (2002) menciona que a baixa densidade para plantas cultivadas em recipientes altos pode acarretar em problemas na fixação das plantas e conseqüentemente tombamento. Schmitz *et al.* (2002) comenta ainda sobre a empregabilidade de compostos com baixa densidade, que podem ser utilizados como condicionantes em misturas com outros materiais de alta densidade.

3.4 Pigmentos Fotossintetizantes

A palavra fotossíntese significa, em suma, síntese aproveitando a luz. Ou seja, a energia luminosa estimula a síntese de carboidratos pela planta e essa reação acontece a liberação de oxigênio. Essa energia armazenada nessas moléculas é utilizada posteriormente pela planta para servir como fonte de energia (LINCOLN et al., 2017).

Vários fatores interferem na fotossíntese, como temperatura, teores de oxigênio e de gás carbônico, nível de luminosidade, disponibilidade hídrica, entre outros. As plantas absorvem energia luminosa a partir do sol, convertendo-a em energia química no processo chamado fotossíntese (KLUGE et al., 2015). Como existem diversos fatores que afetam a fotossíntese, a maior parte dos pigmentos fotossintetizantes encontrados nas plantas tem como função servir como uma

espécie de antena, coletando toda luz disponível e transferindo em forma de energia para o centro das reações químicas (LINCORN et al., 2017).

Esses pigmentos são importantes para as plantas, pois de acordo com sua concentração são responsáveis em estimular o potencial fotossintético da mesma, podendo auxiliar na adaptabilidade e crescimento da planta em diversos ambientes. Todos os organismos que realizam fotossíntese contêm uma mistura de pigmentos com diferentes estruturas e propriedades específicas de absorção da energia luminosa (LINCORN et al., 2021).

Os pigmentos que são os mais importantes são os que são capazes de absorver a radiação eletromagnética na faixa de 400-700 nm, que corresponde ao espectro visível pelo olho humano (DIAS et al., 2016).

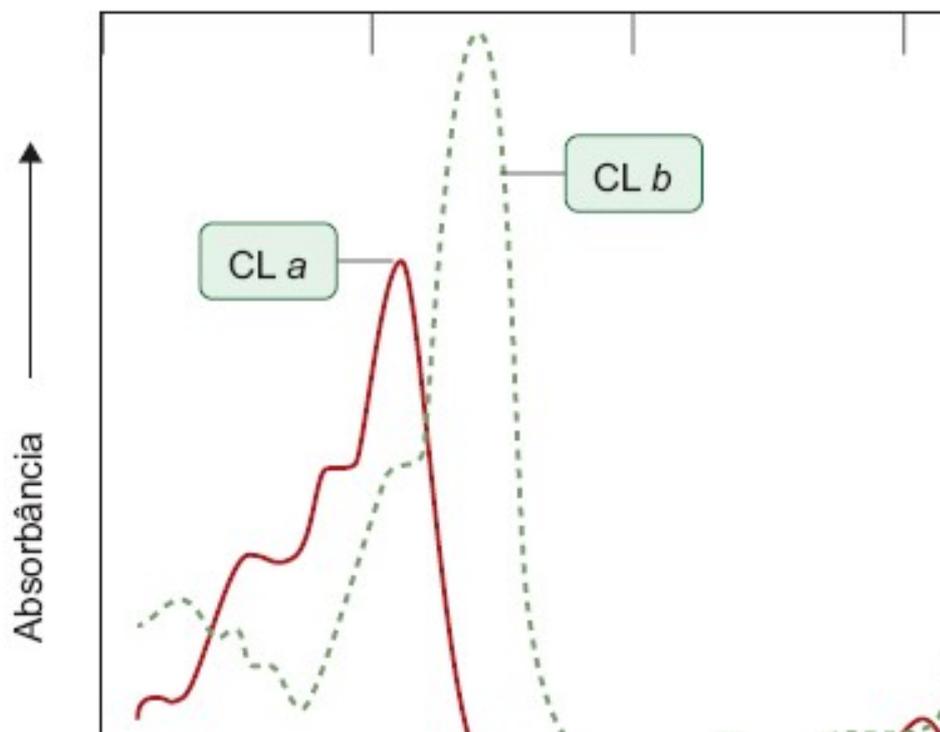
Os pigmentos fotossintetizantes são encontrados no cloroplasto da planta, estrutura responsável pela fotossíntese, e nas plantas superiores são encontradas as clorofilas (a e b), os carotenos e as xantofilas (GESSIANE, 2019).

O pigmento clorofila é o mais abundante na terra, ele possui coloração verde e está presente em algumas bactérias, algas e plantas (BRUCE, 2017). Ao longo dos anos, os estudos voltados a esse pigmento foram se intensificando, e atualmente são encontrados quatro tipos de clorofila que se diferem com relação a absorção do comprimento de onda de luz, sendo elas: *a*, *b*, *c* e *d*. A clorofila *a* é a mais abundante e é responsável pelas etapas principais da fotossíntese, sendo as outras citadas denominadas como “pigmentos acessórios” (RICK, 2021).

Com relação ao pigmento carotenoide, ele é encontrado tanto em organismos fotossintetizantes e não fotossintetizantes, como plantas, algas e fungos (UENOJO; MAROSTICA; PASTORE, 2007). De acordo com a bibliografia, os carotenoides também são denominados como pigmentos acessórios. Esse pigmento é abundante, por exemplo, nas cenouras, o que faz com que elas tenham uma coloração laranja (RICK, 2021).

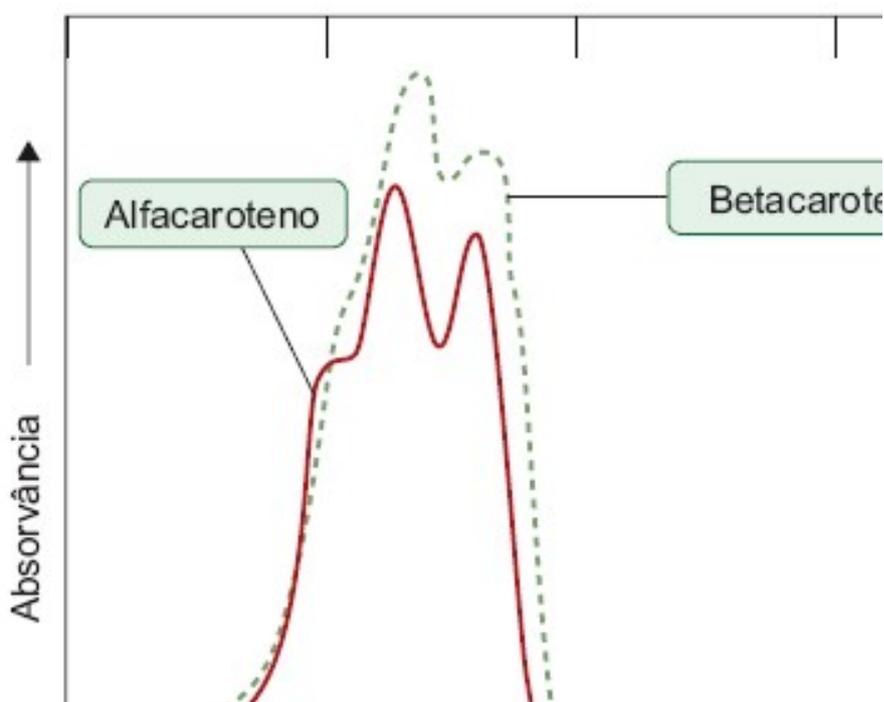
A Figura 2 demonstra em qual comprimento de onda acontece os picos de absorção de luz pelos pigmentos clorofilas *a* e *b*, e a Figura 3 demonstra em qual comprimento de onda acontece o pico de absorção dos carotenoides.

Figura 1 - Absorção de luz pela clorofila a e b versus comprimento de onda em nm.



Fonte: Barbante (2019, p. 87).

Figura 2 - Absorção de luz pela carotenoides versus comprimento de onda em nm



Fonte: Barbante (2019, p.89)

Um dos fatores de estresse, quando se trata dos pigmentos, é com relação ao excesso de radiação a que as plantas estão expostas. Isto, faz com que aconteça uma deficiência na absorção da energia luminosa, assim como é observado nas Figuras 1 e 2. Com relação ao pigmento clorofila, quando exposto a uma alta radiação ele se degrada o que pode desestabilizar o equilíbrio entre a formação desse pigmento e sua degradação (TAIZ; ZEIGER, 2013 apud ALENCAR, 2017).

A partir dos estudos desses pigmentos é possível se desenvolver tecnologias para aumentar a produtividade agrícola, e também, possibilitar a adaptabilidade das plantas (CODOGNOTTO, 2002 apud MEDEIROS, 2016).

3.5 Análise De Qualidade de Mudas e Parâmetros Fotossintetizantes

Parâmetros de qualidade de mudas são determinados, em sua maioria, por características morfológicas e fisiológicas (ELOY et al., 2013). No entanto existem diversos fatores determinantes de variáveis, pois cada espécie possui padrões particulares, sendo elas de tratos culturais, logística, distribuição e forma de plantio

das mudas, podendo assim agregar maior valor de produtividade e no mercado (GOMES et al. 2002).

A incidência de luz é importante para o desenvolvimento das plantas, não apenas para o fornecimento de energia em forma de luz, mas também, porque ela gera estímulos que regulam o desenvolvimento, e adaptação da planta em diversos cenários (LIMA, 2011). Podem existir casos em que as plantas estão submetidas a condições adversas ao seu crescimento, o que pode ocasionar dificuldades para o seu desenvolvimento e produtividade. O fator estudado quando se trata de parâmetros fotossintetizantes é o abiótico, que faz com que a planta se adapte a esse ambiente e crie uma resistência genética (GESSIANE, 2019).

De acordo com a literatura, em ambientes onde acontece a menor incidência de luz é encontrado maior concentração de clorofila a e b. Há principalmente um aumento da clorofila b pois quanto maior a incidência de luz ela se degenera mais facilmente. Por fim, essas adaptações que as plantas realizam podem melhorar as taxas fotossintéticas, o que favorece o crescimento e desenvolvimento da mesma (SOUZA; HOULLOU, 2019 apud. SOUZA, 2020).

A quantidade encontrada de pigmentos nas folhas das plantas é responsável para se avaliar o potencial fotossintético, pois os pigmentos estão relacionados diretamente a absorção e transferência de energia em forma de luz, e por consequência como ela se desenvolve em diferentes cenários (REGO; POSSAMAI, 2006 apud SILVA, 2014).

Um dos parâmetros quando se trata dos pigmentos é a análise da morfologia das folhas, pois os pigmentos respondem positivamente ao meio luminoso, e quando se tem uma luminosidade de acordo com as características dos pigmentos analisados é possível retardar a deterioração das folhas (OKADA et al., 1992 apud STREIT, 2005).

Outro fator importante é com relação ao pH do ambiente que a planta se encontra. Quando os tecidos são submetidos a ambientes em que o pH é básico existe uma estabilidade com relação ao calor, quando se compara com um pH ácido. Ou seja, os íons positivos disponíveis fazem com que ocorra a diminuição da permeabilidade da membrana dos tecidos, ocasionando um equilíbrio com as cargas negativas, e dessa forma, minimizando a degradação das clorofilas (VON ELBE, 2000 apud STREIT, 2005).

4 METODOLOGIA

4.1 Substratos

Os substratos utilizados neste trabalho foram: composto orgânico, vermicomposto e substrato comercial.

O composto orgânico utilizado no experimento foi produzido no pátio de compostagem da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira, e em sua composição foram utilizados: 20,1 kg de dejetos bovinos, 41,5 kg de restos de restaurante, 60,2 kg de poda de arborização, 30,3 kg de cama de frango, 14,8 kg de cinzas de caldeira e 5,2 kg de galharia, totalizando 166,8 kg (ABREU, 2020).

O material levou 52 dias para estabilização e disponibilização para uso no experimento. As figuras 4 e 5 mostram a leira de compostagem no início e no final do processo, respectivamente.

Figura 3 - Caracterização visual do Composto orgânico no início do processo



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 4 - Caracterização visual do Composto orgânico no final do processo.



Fonte: Autoria própria (2020).

O vermicomposto foi proveniente de sistema de vermicomposteira caseira. O sistema foi estruturado com três baldes de reutilização, onde foram feitos furos em formatos circulares nas laterais e na parte superior, para garantir a oxigenação do sistema. Foram utilizados resíduos sólidos urbanos como restos de alimentos, cascas de alimentos, verduras, legumes, filtros e borras de café. O abastecimento ocorria conforme verificações visuais, levando em consideração a degradação do material.

As minhocas utilizadas no processo foram da espécie *Eisenia foetida*, mais conhecidas como minhocas vermelhas da Califórnia. A preferência pela espécie *Eisenia foetida* ocorreu devido à sua capacidade em converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado, ao seu rápido crescimento e consequentemente proliferação e à facilidade em encontrar a mesma entre produtores de vermicomposto (AQUINO; ALMEIDA; SILVA, 1992). O substrato vermicompostado foi utilizado com estabilização de 45 dias de procedimento e a Figura 6 mostra a qualidade visual do composto.

Figura 5 - Caracterização visual do Vermicomposto



Fonte: Autoria própria (2020).

O substrato comercial foi adquirido no comércio local. O mesmo foi produzido à base de casca de pinus. Compostos gerados a base de pinus são oriundos do setor madeireiro, sendo produtos 100% naturais que evitam o ressecamento do solo, protegendo sua microvida (KLEIN, 2015). A caracterização visual é apresentada na figura 7.

Figura 6 - Caracterização visual do Substrato comercial



Fonte: Autoria própria (2020).

4.2 Configuração do Experimento

O período de cultivo dos tratamentos foi durante o intervalo de 10 de julho a 22 de agosto de 2020 totalizando 43 dias. O estudo foi realizado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sendo utilizados o laboratório de solos e a estufa de vegetação.

Os diferentes tratamentos foram delineados conforme a metodologia adaptada encontrada na literatura, de Oliveira et al. (2014) contendo proporções distintas de composto orgânico, vermicomposto orgânico e substrato orgânico comercial em cada tratamento, sendo elas descritos no Quadro 01. As adaptações foram a quantidade de tratamentos, os tipos de compostos orgânicos e as proporções de substratos usadas.

Quadro 1 - Composição dos tratamentos

Tratamento	Composto orgânico	Vermicomposto	Substrato comercial
Tratamento 01 (T1)	0%	0%	100%
Tratamento 02 (T2)	100%	0%	0%
Tratamento 03 (T3)	0%	100%	0%
Tratamento 04 (T4)	70%	0%	30%
Tratamento 05 (T5)	50%	0%	50%
Tratamento 06 (T6)	30%	0%	70%
Tratamento 07 (T7)	0%	70%	30%
Tratamento 08 (T8)	0%	50%	50%
Tratamento 09 (T9)	0%	30%	70%

Fonte: Autoria Própria (2020).

Todos os tratamentos foram realizados em triplicatas. Para determinar o volume proporcional a cada tratamento, foi utilizado uma proveta.

Para cada tratamento, foram semeadas 03 sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) em cada amostragem em vasos com cerca de 8,2 centímetros de

profundidade e raio de 3,5 centímetros da borda superior (copos plásticos de 200ml). A semente de tomate utilizada foi adquirida no comércio local do tipo “Tomate Gaúcho Melhorado Nova 18 Seleção” da marca Feltrin Sementes®, safra 2016/2016, com índice de germinação 96% e pureza 99,9%. Após a germinação das sementes, foi realizada a classificação e raleio das culturas, permanecendo apenas uma unidade saudável da plântula em cada vaso de cultivo.

Os tratamentos foram monitorados diariamente pelo período de 43 dias, havendo regas diárias conforme a necessidade. Os vasos foram alocados em estufa de vegetação com tela tipo sombrite 50% de sombreamento, onde ficaram abrigados de atividades climáticas externas, tal como chuva e baixas temperaturas.

4.3 Métodos Analíticos

4.3.1 Análise Química dos Substratos

Com a finalidade de caracterizar os parâmetros químicos dos substratos foram feitas as seguintes análises: Umidade e série de sólidos; determinação de nitrogênio Kjeldahl (NTK) e carbono orgânico total; relação C/N; determinação de pH e determinação de condutividade elétrica. Todas essas análises foram realizadas antes do plantio e após o término do experimento. As metodologias são descritas nos abaixo.

4.3.2 Umidade e série de sólidos

Para a avaliação do teor de Carbono referente a cada tratamento preliminar ao plantio, foi utilizada a metodologia preconizada por Goldin (1987) e adaptada por Carmo e Silva (2012). Os tratamentos passaram por uma secagem prévia: cada amostra com peso aproximado de 1 (uma) grama acondicionada em cápsula de porcelana calcinada, por cerca de 24h na estufa à 105°C, visando eliminar toda umidade presente nos devidos tratamentos.

Os tratamentos foram reservados no dessecador até passarem por pesagem novamente para determinação do teor de umidade, sendo utilizada a Equação 1.

$$Umidade(\%) = 100x \frac{(massa\ úmida - massa\ seca)}{massa\ úmida} \quad (1)$$

Após foram para o forno tipo mufla durante o período de três horas com temperatura de 550°C, sendo posteriormente reservados no dessecador e pesados novamente. O teor de sólidos voláteis foi determinado pelo peso de massa perdida após a incineração entre o intervalo de temperatura de 105°C e 550°C, conforme a Equação 2:

$$SV(\%) = \frac{(P - (T - C))x100}{P} \quad (2)$$

Sendo:

SV = Sólidos voláteis

P = peso da amostra (gramas) depois de aquecida a 105°C;

C = tara do cadinho (gramas);

T = peso da cinza + cadinho (gramas).

4.3.3 Determinação de nitrogênio Kjeldahl (NTK)

Para o procedimento, as amostras de solo foram secas na estufa com temperatura de 50°C. Foram depositadas quantidades com cerca de 0,2 gramas de amostra em cada tubo de ensaio contendo ácido sulfúrico e 0,7 gramas de solução digestora como mostra a figura 9. Também foram utilizados dois tubos brancos como amostragem padrão.

Os tubos foram acoplados no bloco digestor e encaminhados à capela de exaustão, onde permaneceram por algumas horas com temperatura próxima a 350°C. Após ocorrer o processo de digestão obteve-se uma cor verde clara, e seguiu o procedimento de destilação dos tratamentos.

O método de determinação de nitrogênio consiste em converter o nitrogênio da amostra em sulfato de amônio, por meio de digestão com ácido sulfúrico. Seguidamente o material foi tratado com tiosulfato de sódio, sendo a amônia resultante destilada e recolhida em ácido bórico, sendo a concentração determinada

por titulação (CAESP, 1978).

Figura 7 - Tubos acoplados no bloco digestor.



Fonte: Aatoria Própria (2019).

4.3.4 Carbono Orgânico Total (COT)

O teor de COT foi determinado a partir da metodologia de Carmo e *Silva* (2012), onde o teor de sólidos voláteis foi dividido pelo fator de 1,8, como mostra a fórmula a seguir:

$$COT = SV/1,8$$

Sendo que:

COT: Carbono orgânico total

SV: Sólidos voláteis.

4.3.5 Relação C/N

A relação C/N foi determinada a partir dos dados coletados por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Relação C/N} = COT/NTK$$

Sendo que:

Relação C/N: Relação carbono e nitrogênio

COT: Carbono orgânico total

NTK: Nitrogênio total kjeldahl

4.3.6 Determinação de pH

Para análise de determinação do pH foi utilizado o pHmetro de bancada da marca HANNA®, calibrado e configurado conforme recomendação do equipamento. Para determinação de pH, foram separadas dez gramas de cada tratamento em recipientes e diluídos em cinquenta mililitros de água destilada. A homogeneização ocorreu por trinta minutos e posteriormente os tratamentos repousaram por mais trinta minutos.

O eletrodo com sensor foi mergulhado cerca de 3 centímetros em cada tratamento até a estabilização do resultado. As análises ocorreram sucessivamente, havendo lavagens no eletrodo com água destilada no intervalo de cada amostragem.

4.3.7 Determinação de Condutividade elétrica

Para determinação de condutividade elétrica, foram separadas dez gramas de cada tratamento em recipientes e diluídos em cinquenta mililitros de água destilada. A homogeneização ocorreu por trinta minutos e posteriormente os tratamentos repousaram por mais trinta minutos.

A condutividade elétrica foi medida com o auxílio de um Medidor de Condutividade Elétrica de bancada da marca Tecnal®. O sensor foi mergulhado cerca de três centímetros em cada tratamento até a estabilização da leitura. As análises ocorreram sucessivamente, havendo lavagens no sensor com água destilada no intervalo de cada amostragem.

4.3.8 Determinação do Teor de Clorofila A, Clorofila B, Betacaroteno

Para o procedimento de determinação de pigmentos, as plântulas foram colhidas e suas folhas foram pesadas e cortadas com auxílio de uma tesoura, isto para cada tratamento. Obteve-se um valor menor que 1 (uma) grama para cada amostragem. As folhas cortadas foram imersas em solução de acetona 80%, acondicionadas em um frasco de vidro transparente e conservadas em baixa temperatura ao abrigo de luminosidade durante 48 horas, a fim de manter suas

propriedades.

Posteriormente as amostragens foram levadas ao espectrofotômetro UV-VIS (190- 1100nm), da marca Nova Instruments®, para que fossem realizadas as leituras de comprimento de ondas. Cada amostra foi lida nos comprimentos de onda 663λ (para clorofila A), 645λ (para clorofila B) e 470λ (para betacaroteno), de acordo com as metodologias adaptadas de Mackinney, (1941) e Do Amarante (2008). Para que não ocorresse desvios nos resultados das amostras, este procedimento foi realizado com luvas, e os tubos de ensaio foram higienizados com papel toalha em sua superfície externa antes de cada leitura no equipamento. Os resultados foram registrados individualmente no bloco de anotações para posterior manipulação de resultados.

4.3.9 NTK foliar

Primeiramente as amostras foram secas em estufa a 65°C. Após análises fitométricas, foram trituradas, para alcançar maior homogeneidade. Na sequência, as amostras foram depositadas em tubos, onde os mesmos foram acoplados no bloco digestor e encaminhados à capela de exaustão, onde permaneceram por algumas horas com temperatura próxima a 350°C. Quando encerrada a digestão, as amostras passaram pelo processo de destilação no equipamento destilador de Kjeldahl, com adição de NaOH 40% até alcalinização. Após a digestão, as amostras foram tituladas com ácido sulfúrico.

4.4 Análise dos parâmetros Fitométricos

As amostras foram removidas dos recipientes após 43 dias de cultivo, lavadas cuidadosamente submersas na água, de modo a remover todo resquício de substrato do sistema radicular plântula. Foi feita a contagem do número de folhas. Após a contagem, as mudas foram cortadas com estilete no coleto, de modo a separar a parte aérea da raiz. Na sequência as partes foram encaminhadas, adequadamente identificados, para estufa de circulação forçada a 65°C até atingirem peso constante. As amostras secas, foram pesadas em balança analítica.

4.5 Análise Estatística

As condições experimentais foram planejadas de acordo com o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), os dados foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) e comparados com a utilização do Teste de Tukey com 5% de significância.

A correlação entre as variáveis avaliadas foi determinada por meio do coeficiente de significância da correlação linear de Pearson.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos Substratos

Na tabela 1 caracterização inicial dos substratos, são apresentados os valores observados de parâmetros físico químicos do solo avaliados antes do cultivo de tomates, sendo eles: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), sólidos fixos (SF), carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl (NTK), relação carbono/nitrogênio (C/N) e densidade (Den).

Tabela 1 - Caracterização inicial dos substratos

Tratamentos	pH	C.E. (mS/cm)	ST (%)	SV (%)	SF (%)	COT (%)	NTK (%)	C/N	Den (kg/m ³)
T1	7,5 ^{ef}	1,0 ^h	77,4 ^f	32,9 ^e	67,1 ^a	18,3 ^e	0,2 ^f	91,5 ^a	483,6 ^a
T2	9,4 ^a	11,5 ^a	91,1 ^a	39,4 ^{de}	60,6 ^{ab}	21,9 ^{de}	1,1 ^b	19,9 ^e	448,2 ^a
T3	7,6 ^e	4,4 ^d	88,9 ^{ab}	79,5 ^a	20,5 ^e	44,2 ^a	1,6 ^a	27,6 ^d	299,1 ^c
T4	8,6 ^b	6,8 ^b	86,9 ^b	40,5 ^{de}	59,5 ^{ab}	22,5 ^{de}	0,9 ^{bc}	25,0 ^{de}	462,9 ^a
T5	8,3 ^c	5,4 ^c	83,5 ^{cd}	39,8 ^{de}	60,2 ^{ab}	22,1 ^{de}	0,8 ^{cd}	27,6 ^d	463,4 ^a
T6	8,0 ^d	3,2 ^e	81,5 ^{de}	37,4 ^{de}	62,6 ^{ab}	20,8 ^{de}	0,5 ^{de}	41,6 ^c	459,5 ^a
T7	7,6 ^e	2,6 ^{ef}	86,5 ^{bc}	63,4 ^b	36,6 ^d	35,2 ^b	0,9 ^b	39,1 ^c	327,6 ^c
T8	7,3 ^f	2,2 ^{fg}	82,1 ^{de}	54,4 ^{bc}	45,6 ^{cd}	30,2 ^{bc}	0,8 ^{bc}	37,7 ^c	372,8 ^b
T9	7,3 ^f	1,9 ^g	80,0 ^{ef}	45,7 ^{cd}	54,3 ^{bc}	25,4 ^{cd}	0,5 ^{ef}	50,8 ^d	456,3 ^a

C.E: condutividade elétrica; ST: sólidos totais; SV: sólidos fixos; COT: carbono orgânico total; NTK: nitrogênio total kjeldahl; Den: densidade. Letras diferentes representam tratamentos estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Ocorreram variações de pH (potencial hidrogeniônico) entre os diversos tratamentos, sendo que o menor valor obtido foi de 7,3 nos tratamentos T8 e T9 e maior valor obtido 9,4 no tratamento T2. O pH ideal para o cultivo do tomate de acordo com Braga (2012) apud Affonso et al., (2016) está entre 5,5 a 6,8. O pH afeta na disponibilidade de nutrientes no solo, abaixo do ideal o aproveitamento de nitrogênio e potássio, por exemplo, diminui.

Nota-se também que os maiores teores de pH estão associados aos tratamentos que contém porcentagens de composto orgânico. Kiehl (1985) apud Oliveira et al. (2013) ponderam que a elevação do pH ocorre com a adição de composto orgânico ao solo, principalmente em razão de bases trocáveis, sendo elas

Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Segundo KIEHL (1979) apud Yoshioka & Lima (2005) meios mais básicos podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos que melhoram as condições do meio, porém em contrapartida também podem propiciar o desenvolvimento de microrganismos causadores de doenças para as plantas.

A condutividade elétrica apresentou variações entre 1,0 (mS/cm) e 11,5 (mS/cm), sendo o menor valor referente ao substrato comercial e maior valor referente ao composto orgânico. Ludwig (2014) apresentou em seu estudo que o substrato contendo apenas casca de pinus grossa apresentou menor valor de CE, porém o mesmo parâmetro aumentou significativamente quando adicionada terra e casca de pinus fina. A autora afirma também que estas características podem ser alteradas ao longo dos cultivos por meio de adição de outros fertilizantes.

Fletcher (1969) apud Bezerra (1999) afirmam que a salinidade interfere diretamente sobre o metabolismo das plantas, atuando diretamente sobre o processo de fotossíntese. As citocininas, fito hormônios que atuam no retardamento da senescência das folhas, são sintetizadas nas raízes e translocadas para a parte aérea das plantas. Quando estas são cultivadas em condições de salinidade, o transporte das citocininas é prejudicado provocando envelhecimento precoce das folhas.

Um estudo com água de irrigação a diferentes concentrações de sais demonstra que a CE causa estresse às plantas, causando efeito fitotóxico às mesmas, refletindo-se na concentração de pigmentos fotossintéticos (LOPES et al. 2010 apud MAGALHÃES et al., 2011). No entanto, Lorin et al., (2019) afirma que é possível a produção de mudas com valores mais altos de CE, pois os sais tendem a lixiviar ao longo das regas, o que reduz o índice de CE no solo.

O termo NTK se refere ao nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal, ou seja, nitrogênio combinado com amônia, e é conhecido como nitrogênio Kjeldahl (ZANELLI JUNIOR, 2018).

Na tabela 1 podemos observar nos tratamentos T2, T3, T4, T5, T7 e T8 que o teor de NTK aumenta quando o teor de COT também se encontra elevado, justificando-se pela estreita relação do nitrogênio com o teor de matéria orgânica.

A relação C/N mais alta foi apresentada pelo tratamento T1, sendo 91,5. Em contrapartida a relação C/N menor foi apresentada pelo tratamento T2, sendo 19,9, seguido pelo tratamento T4 sendo 25,0.

Jordan (1985) apud Moraes (2015) afirmam que, quanto mais baixa a relação C:N, maior será o processo de decomposição do material orgânico, isso pode explicar o fato de os tratamentos T2 e T4 terem mostrado os melhores parâmetros fitométricos de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e número de folhas, apresentando boas condições de desenvolvimento para as plântulas.

Os tratamentos contendo vermicomposto apresentaram densidade menor chegando à 299,1 kg/m³, o que, segundo Bellé (2001) apud Ludwig (2014), proporciona a aeração do meio, permitindo assim o desenvolvimento de pelos radiculares e ramificação das raízes, o que, conseqüentemente, proporciona maior absorção de nutrientes. A aeração insuficiente pode ser considerada um problema comum em substratos. O problema pode acontecer devido à tendência de encharcamento em solos compactados (LUDWIG, 2014). Supõem-se assim, que os tratamentos contendo vermicomposto tiveram vantagens quanto ao crescimento inicial das plântulas por influência da densidade.

A tabela 2 Caracterização dos substratos após o desenvolvimento das mudas de tomate apresenta os resultados de parâmetros físico químicos do solo avaliados após o cultivo de mudas de tomates.

Tabela 2 - Caracterização dos substratos após o desenvolvimento das mudas de tomate.

Tratamentos	pH	C.E. (mS/cm)	ST (%)	SV (%)	SF (%)	COT (%)	NTK (%)	C/N
T1	8,2 ^d	0,236 ^d	78,8 ^{ab}	32,9 ^e	67,1 ^a	18,3 ^e	0,20 ^e	91,9 ^a
T2	9,4 ^a	0,446 ^b	69,0 ^d	37,4 ^{de}	62,6 ^{ab}	20,8 ^{de}	0,66 ^b	32,0 ^d
T3	8,8 ^b	0,577 ^a	48,0 ^e	76,8 ^a	23,2 ^e	42,7 ^a	0,78 ^a	55,0 ^c
T4	9,3 ^a	0,470 ^b	82,0 ^a	39,7 ^d	60,3 ^b	22,0 ^d	0,66 ^b	33,3 ^d
T5	9,0 ^b	0,266 ^d	76,3 ^{bc}	40,8 ^d	59,2 ^b	22,7 ^d	0,63 ^b	36,9 ^d
T6	8,9 ^b	0,346 ^c	72,0 ^{cd}	39,6 ^d	60,4 ^b	22,0 ^d	0,36 ^e	62,1 ^b
T7	8,5 ^c	0,265 ^d	38,7 ^f	63,2 ^b	36,8 ^d	35,1 ^b	0,59 ^c	60,9 ^b
T8	8,2 ^d	0,264 ^d	47,7 ^e	52,9 ^c	47,1 ^c	29,4 ^c	0,43 ^d	68,0 ^b
T9	8,2 ^d	0,272 ^d	82,4 ^a	41,1 ^d	58,9 ^b	22,8 ^d	0,46 ^d	49,9 ^c

C.E: condutividade elétrica; ST: sólidos totais; SV: sólidos fixos; COT: carbono orgânico total; NTK: nitrogênio total kjeldahl. Letras diferentes representam tratamentos estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey com 5% de significância

Fonte: Autoria Própria (2020).

Na tabela 2 podemos observar claramente os processos promovidos pelo cultivo das plântulas de tomate, onde o substrato obteve melhores condições de estabilidade como o pH com índice básico maior. Kiehl (2002) apud Brito (2008) mencionam que o pH pode ser um indicativo do estado de decomposição dos materiais, aumentando gradualmente com o processo de compostagem e estabilização dos materiais. Nota-se também a diminuição da condutividade elétrica causada pela lixiviação do meio. De acordo com Craul&Switzenbaun (1996) apud Pereira et al. (2013) a condutividade elétrica de compostos orgânicos não deve exceder 4,0 (ds/m).

Nota-se que o COT apresentou uma diminuição nos tratamentos T2, T3, T8 E T9 e NTK apresentou uma diminuição nos tratamentos T2, T3, T4, T5, T6, T E T9 comparandos com o substrato antes do plantio. Estes fatores podem ser correlacionados com a formação de amônia, que é produzida pela decomposição de compostos nitrogenados orgânicos (ZOPPAS, 2016).

Nota-se também um aumento da relação C/N em todos os tratamentos, a qual pode ser ocasionada pelo baixo índice de decomposição do material orgânico presente nos tratamentos.

5.2 Produção de Matéria Seca e Número de Folhas de Mudanças de Tomate

Segundo Santos, *et al.* (2017) a produção de mudas é uma das etapas mais importantes do cultivo de hortaliças, pois dela impacta o desempenho produtivo das plantas e a qualidade final do produto, sendo o substrato um dos fatores que afetam na qualidade das mudas, pois é no período de germinação que a planta deve obter disponibilidade hídrica e nutricional satisfatória, parâmetros estes refletidos nas condições da qualidade fitométrica das mudas. A tabela 3 apresenta os parâmetros fitométricos avaliados nas plântulas.

Tabela 3 - Parâmetros fitométricos das mudas de tomate cultivadas em diferentes substratos

Tratamento	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)	Número de folhas
T1	0,011 ^c	0,007 ^c	4,5 ^{bc}
T2	0,154 ^a	0,066 ^{ab}	17,0 ^a
T3	0,000 ^d	0,000 ^d	0,0 ^d
T4	0,149 ^a	0,109 ^a	18,0 ^a
T5	0,057 ^b	0,043 ^{bc}	10,5 ^b
T6	0,054 ^b	0,032 ^{bc}	10,0 ^b
T7	0,003 ^c	0,005 ^c	2,5 ^c
T8	0,008 ^c	0,010 ^{bc}	2,0 ^c
T9	0,010 ^c	0,011 ^{bc}	3,0 ^c

Letras diferentes representam tratamentos estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Fonte: Autoria Própria (2020).

Os tratamentos T2 e T4 apresentaram melhor desenvolvimento fitométrico em todos os parâmetros avaliados, como mostra a tabela 3. Pode-se enfatizar que os tratamentos que obtiveram melhores resultados são constituídos em sua maioria pelo composto orgânico produzido em campo de compostagem.

Os resultados apresentados para o T3, composto de 100% vermicomposto justificam-se pela mortalidade das plântulas. O tratamento apresentou índices altos de sólidos voláteis e carbono orgânico como apresentado na tabela 1, o que pode estar relacionado à instabilidade do vermicomposto. Pullicino (2002) apud Fialho (2007) consideram que a instabilidade do composto orgânico se refere à atividade microbiológica que é dependente do nível de degradação da matéria. O composto e/ou vermicomposto instável irá consumir nitrogênio, oxigênio, produzir calor, liberar dióxido de carbono e vapor de água. Estas condições de instabilidade podem estar relacionadas com a mortalidade das plântulas.

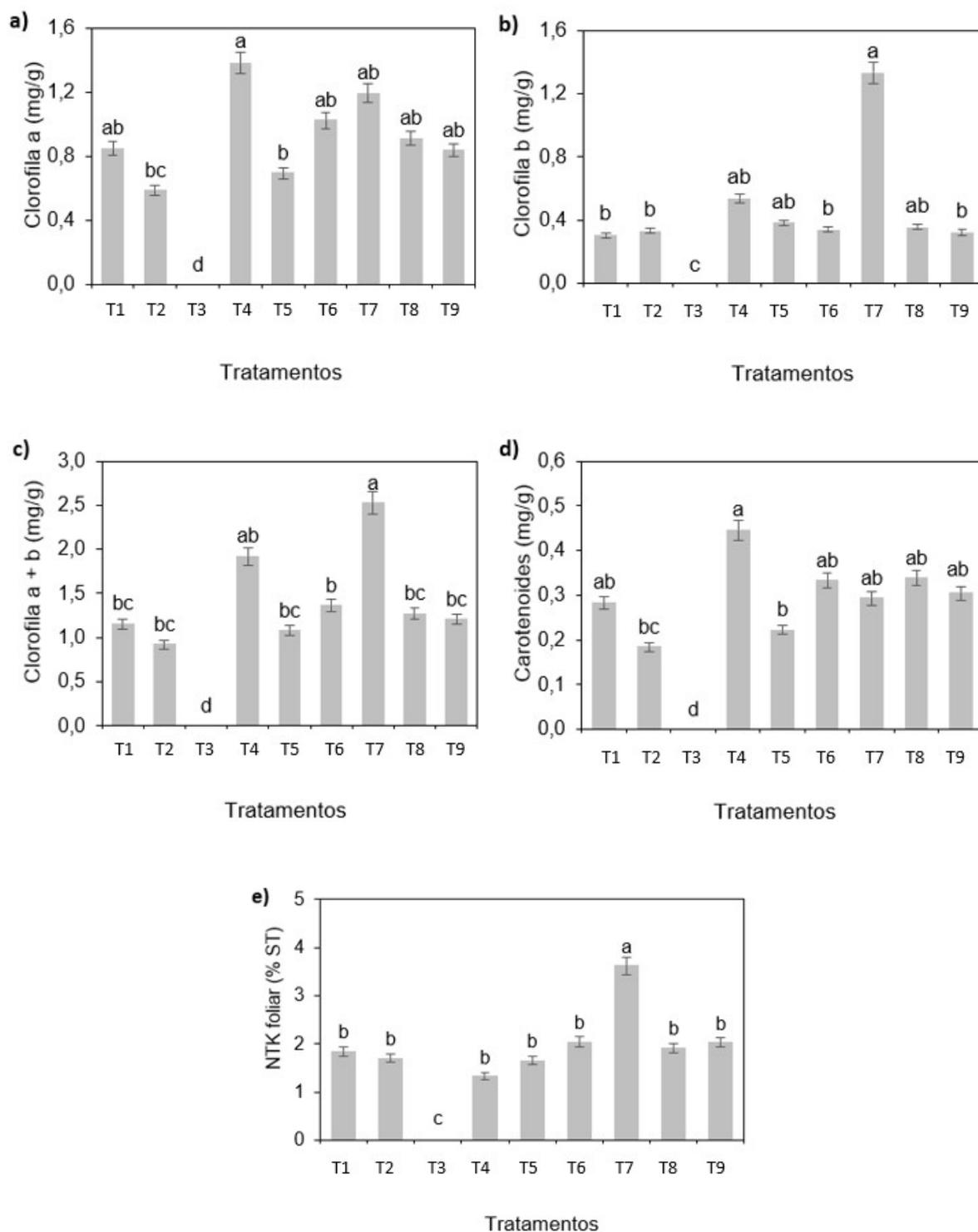
Os tratamentos T2, T4, T5 e T6 apresentaram melhor desenvolvimento das raízes, Ajalla (2014) afirma que as raízes mais desenvolvidas possuem maior capacidade de aderência da planta, bem como amplia a área de absorção de nutrientes e água do solo, colaborando para a melhor qualidade da muda. Todos os tratamentos com melhor desenvolvimento das raízes continham porcentagens do composto orgânico produzido em campo de compostagem.

O T2, T4, T5 e T6 foram tratamentos que apresentaram um equilíbrio de desenvolvimento entre os parâmetros de massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e número de folhas. Tessaro et al. (2013) avalia em seu estudo de produção de mudas de couve chinesa que os maiores valores de número de folhas e comprimento da raiz refletiram diretamente sobre a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os mesmos autores afirmam que o bom desenvolvimento da porção aérea, especialmente o número de folhas é um parâmetro importante no cultivo de mudas, pois é responsável pela fotossíntese.

5.3 Produção de Pigmentos Fotossintetizante

Segundo Raven (2007), para que a energia luminosa seja utilizada pelos seres vivos, ela deve passar anteriormente por um processo de absorção. Os pigmentos possuem função de auxiliar no processo de absorção de energia luminosa, e atuam em diferentes comprimentos de ondas, chamadas de espectro. O gráfico 1 a seguir, demonstra os valores de pigmentos fotossintetizantes encontrados nas plântulas avaliadas.

Gráfico 1 - Concentrações de clorofila a (a), clorofila b (b), clorofila a + b (c), carotenoides (d) e nitrogênio total kjeldahl (NTK) foliar (e) das mudas de tomate cultivadas em diferentes substratos.



Letras diferentes representam tratamentos estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Fonte: Autoria Própria (2020).

A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica, ou seja, o primeiro estágio do processo da fotossíntese, enquanto que os demais pigmentos acessórios auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação (TAIZ et al., 2004 apud STREIT, 2005).

Conforme a determinação citada na norma técnica CETESB (2014) o índice de clorofila *a* é frequentemente associado ao enriquecimento por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, no entanto, outras propriedades do meio podem causar alterações adversas. Santos et al. (2019) mostrou em seu estudo realizado para o cultivo de grama bermuda com concentrações distintas de solo, areia e composto orgânico que os substratos compostos apenas de solo e areia foram os que apresentaram os menores resultados de matéria orgânica e capacidade de troca catiônica, e conseqüentemente baixos valores de Nitrogênio, clorofila *a*, *b* e carotenoides. Em contrapartida o substrato a base de solo + areia + composto orgânico apresentou as melhores respostas das análises de clorofila *a* e *b*, carotenoides e nitrogênio no cultivo. Evidencia-se assim a importância da utilização do composto orgânico para cultivos vegetais, proporcionando a valoração dos resíduos orgânicos.

O gráfico 1 a apresenta melhor desempenho de clorofila *a* para o tratamento T4. O mesmo tratamento T4 apresentou resultado satisfatório em relação ao nível de NTK no substrato, onde, o mesmo em equilíbrio com outros padrões do meio, como o COT, podem proporcionar um bom desempenho para o desenvolvimento vegetal. Segundo Marengo e Lopes (2007) apud Santos et al. (2019) a relação entre os pigmentos e a concentração de nitrogênio e magnésio se dá ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas aos cloroplastos, e o magnésio ser um ativador enzimático destas.

O pH básico, por exemplo (apresentado na tabela 1), pode ser um fator correlacionado com a maior produção de clorofila *a* no tratamento 4. Von Elbe (2000) apud Streit et al. (2005) afirmam que a decomposição da clorofila é afetada pelo pH, sendo que pH básico (9,0) torna a clorofila mais estável ao calor, quando comparado ao pH ácido. Os íons positivos minimizam a permeabilidade da membrana e entram em equilíbrio com os íons negativos, diminuindo a degradação das clorofilas.

A clorofila b e os carotenoides constituem os chamados pigmentos acessórios que auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação fotossintéticos (STREIT, 2005).

A clorofila b é convertida em clorofila a através de uma enzima chamada clorofila a oxigenase, que catalisa a conversão do grupo metil ao grupo aldeído (XU et al., 2001 apud STREIT et al., 2016).

Quando avaliado o teor de clorofila b, percebe-se que não houve divergências significativas nos teores de todos os tratamentos, com índice médio de 0,3 a 0,6mg/g, exceto no tratamento T7 que apresentou o índice de clorofila b maior que 1,2mg/g.

As clorofilas a e b encontram-se na natureza numa proporção de 3:1 (Streit et al., 2005). Ao observar o gráfico 1c nota-se que os tratamentos com maior predominância de pigmentos foram o T4 e T7, sendo que o tratamento T7 apresentou maior concentração de clorofila b. Whatley e Whatley, (1982) apud Angel (1991) mencionam que o teor de clorofila b pode ser vantajoso em uma região mais sombreada, pois possui maior eficiência de absorção em luz menos intensa.

O gráfico 1D apresenta os parâmetros avaliados de carotenoides, onde o T4 apresentou melhor desempenho de produção de carotenoides. Os carotenoides podem fornecer proteção contra o dano causado pela radiação UV, especificamente provêm proteção no comprimento de onda de 320-400 nm (MOHAMMADI et al., 2012), promovendo seu papel importante como pigmento acessório.

O gráfico 1E apresenta os índices de NTK foliar, onde o T7 apresentou melhor desempenho. O nitrogênio é um nutriente que está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como a fotossíntese, respiração e desenvolvimento das raízes, absorção iônica de nutrientes, crescimento e diferenciação celular e genética (RAMALHO et al., 2013).

Os teores de clorofilas estão relacionados positivamente com o teor de nitrogênio (N), e podem funcionar como um indicativo para a predição da quantidade deste elemento nas folhas (HURTATO,2011), uma vez que o nitrogênio é constituinte do anel porfirínico presente na molécula de clorofila, como descrevem Taize Ziegler (2004). Verifica-se que a maior quantidade de NTK foliar está no T7, mesmo tratamento que apresentou maior quantidade de clorofila a, b e a+b.

O número de folhas e a área foliar têm influência principalmente no crescimento e desenvolvimento do compartimento vegetativo da planta, os quais

influenciam a capacidade fotossintética da planta, ou seja, quanto maior o desenvolvimento foliar, maior a capacidade de conversão de energia luminosa em energia química (KONING et al 1994 apud COELHO, 2018).

Pode-se observar que os tratamentos T2 e T4 obtiveram a maior quantidade de massa seca e número de folhas, no entanto o T4 apresentou proporções mais significativas de clorofila a e b e carotenoides. O mesmo tratamento apresentou solo com um pH básico de 9,3 e condutividade elétrica de 0,470 (mS/cm) após o cultivo das plântulas, sendo aparentemente o tratamento que melhor se desenvolveu em relação aos teores de pigmentos fotossintetizantes.

5.4 Correlações Entre as Variáveis Avaliadas

A correlação linear de Pearson representa a dependência funcional entre duas ou mais variáveis aleatórias, ou seja, duas variáveis se associam quando elas guardam semelhanças na distribuição dos seus dados numéricos (FIGUEIREDO et al., 2009). Os resultados da tabela 4 mostram correlação significativa entre alguns parâmetros avaliados no experimento.

A C.E. e pH apresentaram uma correlação positiva de 0,95, ou seja, que um fator possui grande influência sobre o outro. Raij, (1991) apud Brandão, (2011) relacionam o pH com o teor de bases trocáveis. Do mesmo modo, Rhoades, (1981) apud Brandão, (2011) afirmam que a condutividade está relacionada com grande concentração de íons na solução de solo, que tende a aumentar com teores de nutrientes trocáveis. Assim, obtém-se o aumento de ambas as variáveis quando se tem altos teores de nutrientes no solo.

Podemos também observar que a massa seca da parte aérea teve uma boa correlação com os índices de pH e condutividade elétrica, sendo 0.93 e 0.87 respectivamente. Tais resultados demonstram novamente que o pH e condutividade elétrica são parâmetros significativos para o desenvolvimento fitométrico da plântula. Observa-se também que os teores de massa seca da raiz e desenvolvimento de folhas tiveram uma boa correlação com a massa seca da parte aérea, sendo 0.95 e 0.97 respectivamente, o que demonstra que as plântulas tiveram um padrão de desenvolvimento em todas suas partes.

A tabela 4 também apresenta índices de correlação da clorofila a com clorofila a+b e carotenoides, visto que a clorofila b é um importante pigmento acessório. Segundo Emrich et al. (2011) apud De Sales et al., (2018) uma das causas para o aumento do teor de clorofila b é o crescimento da proporção do complexo coletor clorofila a/b-proteína, em relação ao complexo P-700-clorofila-a-proteína.

No entanto os parâmetros de clorofila avaliados não demonstram ser significantes em relação aos substratos avaliados. Siebeneichler et al. (2008) apud de Sales (2018) mencionam que normalmente encontram-se maiores diferenças entre estes pigmentos quando estão expostos a diferentes níveis de luminosidade ou a compostos tóxicos.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis avaliadas

	pH	C.E. (mS/cm)	ST (%)	SV (%)	SF (%)	COT (%)	NTK (%)	C/N	Den (kg/m ³)	MSPA (g)	MSR (g)	Folha	Clor a	Clor b	Clor a+b	Carot
C.E. (mS/cm)	0.95**															
ST (%)	0.64	0.80**														
SV (%)	-0.39	-0.15	0.44													
SF (%)	0.39	0.15	-0.44	-1.00*												
COT (%)	-0.39	-0.15	0.44	1.00**	-1.00**											
NTK (%)	0.28	0.51	0.87**	0.75*	-0.75*	0.75**										
C/N	-0.63*	-0.76	-0.86*	-0.30	0.30	-0.30	-0.78*									
Den (kg/m ³)	0.37	0.15	-0.45	-0.97*	0.97**	-0.97*	-0.71	0.30								
MSPA (g)	0.93**	0.87**	0.52	-0.49	0.49	-0.49	0.15	-0.57*	0.48							
MSR (g)	0.80**	0.71*	0.41	-0.48	0.48	-0.48	0.10	-0.55	0.50	0.95**						
Folha	0.91**	0.78*	0.38	-0.63*	0.63	-0.63	-0.01	-0.48	0.61*	0.97**	0.95**					
Clor a	0.03	-0.16	-0.29	-0.49	0.49	-0.49	-0.57	0.14	0.39	0.25	0.41	0.35				
Clor b	-0.04	-0.12	0.11	0.08	-0.08	0.08	-0.12	-0.03	-0.22	-0.05	0.01	-0.01	0.65			
Clor a+b	-0.01	-0.16	-0.11	-0.24	0.24	-0.24	-0.39	0.07	0.11	0.11	0.23	0.19	0.92**	0.90**		
Carot	-0.02	-0.20	-0.42	-0.59	0.59	-0.59	-0.65	0.20	0.52	0.26	0.43	0.36	0.95**	0.41	0.77*	
NTK foliar (%ST)	-0.14	-0.27	-0.25	-0.23	0.23	-0.23	-0.50	0.26	0.07	-0.15	-0.15	-0.06	0.68	0.86**	0.85*	0.53

C.E: condutividade elétrica; ST: sólidos totais; SV: sólidos fixos; COT: carbono orgânico total; NTK: nitrogênio total kjeldahl; Den: densidade; MSPA: matéria seca da parte aérea; MSR: matéria seca da raiz; Clor a: clorofila a; Clor b: clorofila b; Carot: carotenoides. *significativo a 5%; **significativo a 1%.

6 CONCLUSÃO

Os substratos avaliados apresentaram resultados satisfatórios de pH, condutividade elétrica, teores de carbono, nitrogênio, relação carbono e nitrogênio e densidade. Todos os tratamentos, exceto o T3 proporcionaram desenvolvimento das mudas de tomate.

Os tratamentos T2 e T4 obtiveram melhores resultados de desenvolvimento fitométrico e são constituídos em sua maioria pelo composto orgânico produzido em campo de compostagem. Os parâmetros fitométricos são influenciados diretamente pela qualidade e nutrientes dos substratos.

Os tratamentos T4 e T7 obtiveram melhores resultados quando se trata de pigmentos, sendo eles em maior concentração a clorofila *a* e *b*, *a+b* e carotenóides.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. M. **Influência de agente estruturante e fonte de carbono no processo de compostagem e no composto**. 2020, 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.
- AFFONSO, G. S.; BASSETO, P.; do SANTO, R. S. E.; **Fatores de Produção que influenciam na produtividade e na qualidade do tomate**. X Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, setembro de, 2016.
- AJALLA, A. C. A.; VIEIRA, M. C.; VOLPE, E.; ZÁ, N. A. H. **Crescimento de mudas de Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg (Guavira), submetidas a três níveis de sombreamento e substratos**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 449-458, junho 2014.
- ALENCAR, G. M. **Trocas gasosas e indicadores de estresse em plantas jovens de pau-debalsa [*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban] e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) submetidos a dois ambientes de luz**. 2017. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2017. Disponível em: <<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/1463>> Acesso em: 12 abr. 2021.
- AMARANTE, C. V.T. do; *et al.* **Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico**. Horticultura Brasileira, v. 26, n. 4, p. 471-475, 2008.
- ANDRADE, A. R.; *et al.* **Fertirrigação no cultivo de quatro cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*.) irrigado por gotejamento**. Applied Research & Agrotechnology, v. 10, n. 2, p. 7-21, oct. 2017. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/4706/3474>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- AQUINO, A. M. de; DE ALMEIDA, D. L.; Da SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem**. Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 1992.
- ARGENTA, G.; da SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. **Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais**. Ciência Rural, v. 31, p. 715-722, 2001. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/cr/a/cPY98cpCgJvLg5MSJ93Qwhn/?lang=pt>> Acesso em 10 agosto de 2021.
- BALIEIRO, F. de C.; *et al.* **Nitrogênio total – Kjeldahl. Manual de Métodos de Análise de Solo**. Brasília, v. 1, n. 3, p. 368-376, jan. 2017. Anual. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107197/nitrogenio-total-kjeldahl>. Acesso em: 16 ago. 2021.
- BARBANTE, K. G. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735612/>. Acesso em: 03 Mar 2021.

BESSHO, T.; BELL, L. C. **Soil solid and solution phase changes and mung bean response during amelioration of aluminium toxicity with organic matter. Plant and Soil.** v. 140, n. 2, p. 183-196, 1992.

BEZERRA NETO, Egídio; NOGUEIRA, Rejane Jurema Mansur Custódio. Estudo comparativo do crescimento de plantas de tomate e milho sob condições de salinidade. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 42, 1999.

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. do C. **PH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SOLUÇÃO DO SOLO, EM ÁREAS DE PINUS E CERRADO NA CHAPADA, EM UBERLÂNDIA (MG).** *Caminhos de Geografia, Minas Gerais*, v. 3, p. 46-56, jun. 2002. Anual. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n1/v31n1a09.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

BRANDÃO, Z. N.; *et al.* **Condutividade elétrica aparente e sua correlação com o pH em solos no Cerrado de Goiás.** INAMASU, RY; NAIME, J. de M.; RESENDE AV de, p. 162-167, 2011.

BRANDY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos.** Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837798/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010.** Regulamenta a lei nº lei 12.305, que institui a política nacional de resíduos sólidos. D.O.U. de 23/12/2010, p. 1. Edição Extra. Brasil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm. Acesso em: 22 out. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020.** Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. DOU, 2020.

BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato.** 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado–Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes, Aracajú, SE.

BRITO, M. J. C.. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato.** 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado–Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes, Aracajú, SE.

BRUCE, A.; *et al.* **Biologia Molecular da Célula.** Porto Alegre: Artmed, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582714232/>. Acesso em: 16 Mar 2021

CAESP. **Determinação de nitrogênio orgânico total kjeldahl em águas- método da determinação de nitrogênio na forma de amônia: método de ensaio.** Norma técnica, Cetesb, 1978.

CARMO, D. L. do; SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 4, p. 1211-1220, 2012.

CETESB, NORMA TÉCNICA. **Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico.** 2014 <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/L5306.pdf>> acesso em 14/04/2021

COELHO, R. G.; *et al.* **Desenvolvimento e características produtivas de tomate do tipo cereja em diferentes compostos orgânicos.** Revista Espacios, v. 39, n. 26, p. 29-41, 2018.

COSTA, J. C. F. da; *et al.* **Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira.** 2017.

CRISTINA, D. B. T. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmica.** Editora Blucher, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580392371/>. Acesso em: 09 Nov 2020

CRUZ, A. C. F.; *et al.* **Métodos comparativos na extração de pigmentos foliares de três híbridos de Bixa orellana L.** Revista Brasileira de Biociências, v.5, p.777-779, 2007.

DIAS, B. O.; *et al.* **Uso de biocarvão como agente de volume para a compostagem de esterco de aves: efeito na degradação e humificação da matéria orgânica.** Tecnologia de biorecursos , v. 101, n. 4, pág. 1239-1246, 2010.

DIAS, L. W.; BRUNES, A. P.; MARTINS, A. B. N.; XAVIER, F. da M.; RADKE, A. K. **Teor de clorofila e carotenoides de sementes de alface com e sem priming revestidas com diferentes colorações.** Enciclopédia Biosfera, [S.L.], v. 13, n. 24, p. 1027-1033, 6 dez. 2016. Centro Científico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2016b_096. Acesso em: 02 mar. 2021.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. de O. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem.** Química Nova , v. 36, p. 640-645, 2013.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. de O. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem.** Química Nova , v. 36, p. 640-645, 2013.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. **Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico.** Química Nova , v. 34, p. 956-961, 2011.

DOS SANTOS, P. L. F.; DE CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. P. D. **Pigmentos fotossintéticos e sua correlação com nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda cultivada em substratos.** Acta Iguazu, v. 8, n. 1, p. 92-101, 2019. Disponível em: <https://e->

revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18357/13942. Acesso em 24 jun. 2022.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F.. **Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FARIA, G. E. de; *et al.* **Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto.** Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 38, n. 36, p. 265-277, dez 2008. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr80/cap02.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

FIALHO, L. L. **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-14042008-153813/publico/LucimarLFialho.pdf>> acesso em: 15/04

FILHO, D. B. F.; JÚNIOR, J. A. S. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r).** Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FUCHS, F.; DOSSA, D. **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense.** Boletim Técnico. 2017. Disponível em: http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf . Acesso em: 15 out. 2020.

GESSIANE, C. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: SAGAH, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029262/>. Acesso em: 03 Mar 2021.

HASAN, C.; FEITOSA, A. K.; De ALMEIDA, M. C. **Produção de biogás a partir de resíduos agroindustriais: Análise dos teores de sólidos totais, voláteis e fixos em amostras pré e pós digestão anaerobia.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 8, n. 1, p. 257-273, 2019.

HUMPHREY, A. C. M.; *et al.* **Efeitos de parâmetros físicos e químicos na produção de pigmentos e biomassa de três bactérias isoladas de solos amazônicos.** 2016. Disponível em: <<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/2334/1/Efeitos%20de%20par%C3%A2metros%20f%C3%ADsicos%20e%20qu%C3%ADmicos%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20pigmentos%20e%20biomassa%20de%20tr%C3%As%20bact%C3%A9rias%20de%20solos%20amaz%C3%B4nicos.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2021.

HURTADO, S. M. C.; *et al.* **Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade.** Ciência Rural, v. 41, p. 1011-1017, 2011.

JIMÉNEZ, E. I.; GARCIA, V. P. **Avaliação da maturidade do composto de lixo urbano: uma revisão.** Resíduos biológicos, v. 27, n. 2, pág. 115-142, 1989.

JUNIOR, D.; *et al.* **Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n. 3, p. 546-549, 2006.

JUNIOR, S. Z. **Nitrogênio amoniacal (N-NH₃).** 2018. Disponível em: <https://www.foxwater.com.br/45/remocao-de-nitrogenio-amoniacaal>. Acesso em: 13 ago. 2021.

KAUARKA, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático.** Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KLEIN, C. **UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS** ¹. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 4, p. 43-63, 2015.

KRAUSE, M. R.; *et al.* **Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro.** Horticultura Brasileira, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 305-310, abr. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/RbfXYsH7Ch5sjSH5btQyxHJ/?lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2021.

LIMA, M. C.; *et al.* **Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio.** Cienc. Rural, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000100008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 16 Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100008>.

LINCOLN, T.; EDUARDO, Z.; MAX, M.I.; ANGUS, M. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713679/>. Acesso em: 02 mar. 2021.

LINCOLN, T.; *et al.* **Fundamentos de Fisiologia Vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786581335113/>. Acesso em: 19 Abr 2021.

LORIN, H. E.F.; *et al.* **ADDITION OF BOILER CHARCOAL WASTE TO COMPOST FOR USE AS SUBSTRATE FOR VEGETABLE SEEDLINGS.** Engenharia Agrícola, v. 39, n. 6, p. 753-762, 2019.

LOUGON, M. S.; *et al.* **Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuárias geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro.** Encontro latino americano de iniciação científica e encontro latino americano de pós-graduação– Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

LOUREIRO, D. C.; *et al.* **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico.** Pesq. Agropec. Bras, Brasília, v. 7, n. 42, p. 1043-1048, jul. 2007. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7664#?>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. **Caracterização física e química de substratos formulados com casca de pinus e terra de subsolo.** Revista Cultivando o Saber, v. 7, n. 2, p. 38-47, 2014.

MACKINNEY, G.R. **Absorption of light by chlorophyll solutions.** J. biol. Chem, v. 140, n. 2, p. 315-322, 1941. disponível em: <https://www.saddleback.edu/faculty/thuntley/papers/mackinney_1041.pdf> acesso em: 20 abr. 2021.

MAGALHÃES, Iv. D. *et al.* **Concentração de pigmentos fotossintetizantes em plântulas de algodoeiro var. BRS Topázio sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação.** In: Embrapa Algodão-Artigo em anais de congresso (Alice). in: congresso brasileiro do algodão, 8.; cotton expo, 1., 2011, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011., 2011.

MARTINS, G. A.; LINTZ, A. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso, 2ª edição.** São Paulo: Atlas, 2007.

MATOS, F. S.; *et al.* **Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, p. 947-954, 2013.

MEDEIROS, S. de S. **Determinação de pigmentos fotossintéticos em alimentos por cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC-DAD) e espectrofotometria.** 2016. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167208>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MOHAMMADI, M.; BURBANK, L.; ROPER, M. C.. **Biological role of pigment production for the bacterial phytopathogen *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*.** Applied and Environmental Microbiology, v. 78, n. 19, p. 6859-6865, 2012. Disponível em: <<https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/AEM.01574-12>> Acesso em 10 ago. 2021.

MORAES, A. R. A.; *et al.* **Teores de Carbono, Nitrogênio e Relação C:N em solos cultivados com soja em sistema plantio direto e convencional em Paragominas, Pará.** 2015. Disponível em <<https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2156.pdf>> Acesso em: 13 ago. 2021.

OLIVEIRA, L. B. D.; ACCIOLY, A.; Dos SANTOS, C. L.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. **Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 2, p. 157-164, 2014.

ONU BRASIL (Organização das Nações Unidas Brasil). Artigo: **Sobre o nosso trabalho para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 14 jul. 2021.

OUZA, L. M.; *et al.* **Influência da sacarose no crescimento e no perfil de pigmentos fotossintéticos em duas espécies arbóreas cultivadas in vitro.**

Brazilian Journal of Development, vol. 6, no 1, 2020, p. 1916–26. Acessado em: 16 mar 2021 Disponível em: doi:10.34117/bjdv6n1-135.

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2020. São Paulo: ABRELPE, v. 1, n. 1, dez. 2020. Anual. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

PEDROSA, T. D.; *et al.* **Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais.** Nativa, v. 1, n. 1, p. 44-48, 2013.

PEREIRA, R. A.; *et al.* **Maturação de compostos orgânicos de resíduos agroindustriais.** Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. v. 8, n. 1, p. 38, 2013.

PICHELLI, K. **Agricultura 4.0: a agricultura conectada.** 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15894563/agricultura-40-a-agricultura-conectada>. Acesso em: 12 jul. 2021.

PREISLER, M. **Biosólido de dejetos de suínos tratados pelo processo n-viro e sua influência nos atributos químicos de um cambissolo e na produtividade de milho.** 2002. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência do Solo, Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37409/D%20-%20MARCIALENE%20PREISLER.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 25 fev. 2021.

QUEIROZ, N. L.; *et al.* **Teor de pigmentos fotossintetizantes nas folhas em seis linhagens de algodoeiro herbáceo.** In: Embrapa Algodão-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2.; FÓRUM CAPIXABA DE PINHÃO-MANSO, 1., 2012, Guarapari. Desafios e Oportunidades: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012., 2012.

RABELO, L. M. **Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos.** São Carlos: Empraba instrumentação agropecuária, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15427611.pdf>. Acesso em: 30 Abr 2021.

RAMALHO, H. *et al.* **Comparação de metodologias para determinação de n-total em tecido vegetal.** 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0393-1.pdf>> acesso em: 05 ago. 2021

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal.** In: Biologia vegetal. 2007.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. **Avaliação de teores de clorofila no crescimento de mudas do jequitibá-rosa (Cariniana legalis).** Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2004.

REICHARDT, K. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** – 3. ed. – Editora Manole, 2016. Barueri, SP. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520451038/>. Acesso em: 08 Dec 2020

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Solo, **Planta e Atmosfera: Conceitos, Processos e Aplicações**. Barueri, SP: Editora Manole, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520451038/>. Acesso em: 30 Abr 2021

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes**. Scientia Agrícola, v. 51, p. 556-562, 1994.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes**. Scientia Agrícola, v. 51, p. 556-562, 1994.

RODRIGUES, E.T.; *et al* . **Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido**. Hortic. Bras., Brasília , v. 28, n. 4, p. 483-488, Dec. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000400018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 Out. 2020

ROMÃO, R. L. **Carbono orgânico em função do uso do solo**. 2012. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticaba, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88223/romao_rl_me_jabo.pdf;jsessionid=C6CD55A36EEE7DAE90A7C83B72904572?sequence=1. Acesso em: 30 abr. 2021.

SALES, R. A. de; *et al*. **Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie Schinus terebinthifolius Raddi.(Anacardiaceae)**. Scientia Agraria. v. 19, n. 1, p. 132-141, 2018.

SANCHEZ, P. A.; PALM, C. A.; SMYTH, T. J. **Approaches to mitigate tropical deforestation by sustainable soil management practices**. In: Developments in soil science. Elsevier, 1990. p. 211-220.

SANTOS, P. L. F. dos; *et al*. **Germinação e desenvolvimento de mudas do tomateiro cereja em diferentes substratos**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Patrick-Ferreira-Dos-Santos/publication/325343512_Germinacao_e_desenvolvimento_de_mudas_do_tomateiro_cereja_em_diferentes_substratos/links/5b06f61ca6fdcc8c252584ef/Germinacao-e-desenvolvimento-de-mudas-do-tomateiro-cereja-em-diferentes-substratos.pdf. Acesso em: 24 jun. 2022

SANTOS, S. T. dos; *et al*. **Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes**. Revista Agro ambiente On-line, v. 10, n. 4, p. 326-333, 2017.

SARTORI, V. C.; *et al*. **Cartilha para agricultores (compostagem): produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012.

SCHMITZ, J. A. K. de; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. **Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes**. Ciência Rural, v. 32, p. 937-944, 2002.

SILVA, D. V. **Métodos não destrutivos para estimativas de clorofilas como indicadores da qualidade de mudas de espécies florestais**. 2014. 62 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014. Disponível em:

<http://nbcgib.uesc.br/ppgpv/painel/paginas/uploads/5154b187af3178fd06e1dcfcd22d64d4.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

SILVA, E.L.; BARP, E. **Química Geral e Inorgânica - Princípios Básicos, Estudo da Matéria e Estequiometria**. São Paulo: Editora Érica, 2014. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520193/>. Acesso em: 30 Abr 2021.

SILVA, J. B. C. da; *et al.* **Embrapa Hortaliças. Cultivo de Tomate para Industrialização**. Revista eletrônica Sistemas de Produção. Ed. 1°. 2006.

Disponível:

https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustriaI_2ed/plantio.htm. Acesso em: 16 out. 2020.

STREIT, N. M.; *et al.* **As clorofilas**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, julho de 2005. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 19 abr. 2021.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>.

SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; *et al.* **Crescimento de mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) estimulado pela bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42 em cultura orgânica**. Rev. de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 38,

mar. 2015. Disponível em:

http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000100005&lng=en&tlng=en#?. Acesso em: 15 out. 2020.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

TEIXEIRA, P. A. C.; De ALMEIDA, T. L. **Estudo da viabilidade do uso do lodo de curtume para a vermicompostagem: uso agrícola**. Organizadores: jozrael henriques rezende josé carlos toledo veniziani júnior, p. 159, 2013.

TEIXEIRA, P. C.; *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, p. 573, 2017.

TESSARO, D. *et al.* **Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve-chinesa**. Ciência Rural, v. 43, p. 831-837, 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/5dQvWxXjmysZQwRSdTWPjk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 jun. 2022.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. 2016. Disponível em:

<http://www.agrisus.org.br/arquivos/livro_RGS.pdf> Acesso em: 16 ago. 2021.

TREICHEL, M.; *et al.* **Anuário brasileiro do tomate**. 2016, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84 pgs. Disponível em:

https://www.embrapa.br/documents/1355126/10765216/2016_12_01+Anu%C3%A1ri

o+Brasileiro+do+Tomate.pdf/45623580-69d1-f1f8-1b76-9ee863290228. Acesso em: 18 out. 2020.

UENOJO, M.; JUNIOR, M. R. M.; PASTORE, G. M. **Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma**. Quím. Nova, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300022&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 16 Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300022>.

VALENTE, B. S.; *et al.* **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Archivos de zootecnia, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. dos S. **Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Revista Uniara, Mato Grosso, v. 18, n. 2, p. 153-166, dez. 2015. Mensal. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/333>. Acesso em: 8 dez. 2020.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. Communications in soil science and plant analysis, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. de. **pH do solo**. 2005. Disponível em: <http://mecsrv144.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/3596/ph%20do%20solo.pdf?sequence=3>. Acesso em: 24 Jun. 2022.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, Á. **Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, p. 29-42, 2016.