

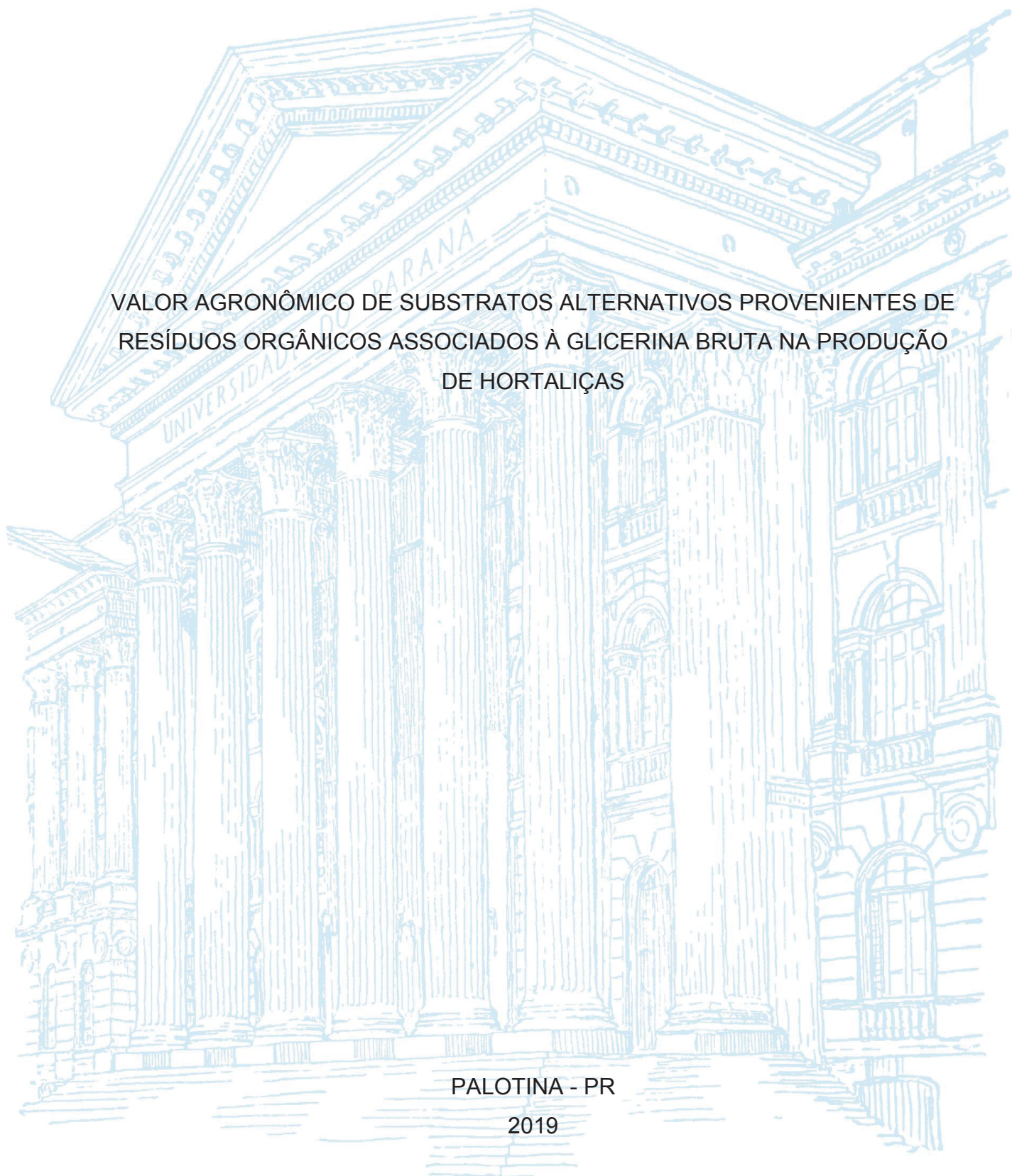
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FLÁVIO ALESSANDRO VALÉRIO

VALOR AGRONÔMICO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PROVENIENTES DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS ASSOCIADOS À GLICERINA BRUTA NA PRODUÇÃO
DE HORTALIÇAS

PALOTINA - PR

2019



FLÁVIO ALESSANDRO VALÉRIO

VALOR AGRONÔMICO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PROVENIENTES DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS ASSOCIADOS À GLICERINA BRUTA NA PRODUÇÃO
DE HORTALIÇAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Jonathan Dieter

Coorientadora: Prof. Dra. Francielly Torres dos Santos

PALOTINA - PR

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

VI64 Valério, Flávio Alessandro
Valor agrônomo de substratos alternativos provenientes de
resíduos orgânicos associados à glicerina bruta na produção de
hortaliças / Flávio Alessandro Valério – Palotina, 2019.
60f.

Orientador: Jonathan Dieter
Coorientadora: Francielly Torres dos Santos
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia.

1. Glicerina bruta. 2. Produção de mudas. 3. Resíduos
orgânicos. 4. Substratos. I. Dieter, Jonathan. II. Santos, Francielly
Torres dos. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 602



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIOTECNOLOGIA -
40001016063P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em BIOTECNOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **FLÁVIO ALESSANDRO VALÉRIO** intitulada: **VALOR AGRONÔMICO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ASSOCIADOS À GLICERINA BRUTA NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**, sob orientação do Prof. Dr. JONATHAN DIETER, que após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 20 de Agosto de 2019.

JONATHAN DIETER

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

IVONETE ROSSI BAUTITZ

Avallador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

LAURA ADRIANE DE MORAES PINTO

Avallador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ)

FRANCIELLY TORRES DOS SANTOS

Coorientador - Avallador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS PALOTINA)

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela vida e por ele ter colocado pessoas especiais em minha vida que me ajudou muito durante o período do curso.

À UFPR – Palotina, por disponibilizar estrutura para realização do trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Biotecnologia. Aos professores por todo ensinamento.

Aos meus pais Mauricio Antonio Valério e Aurea Santana Marcato Valério, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a lutar sempre pelo objetivo.

Ao meu irmão Fernando e avó Ana por sempre estar me apoiando em todos os momentos.

A minha noiva Camila P. de Castro por todo o companheirismo e apoio.

Meus agradecimentos ao meu orientador Jonathan Dieter.

Agradeço imensamente minha co-orientadora Francielly Torres dos Santos por todos os ensinamentos, orientação e dedicação durante o período do curso.

Meus amigos Nathiely Catharine de Moraes Silveira, Thaís Cordeiro Queiroz de Oliveira Lima, Sara Arruda Franciozi e Bruno Rovere, meus sinceros agradecimentos por toda a colaboração neste trabalho.

A todos que de alguma maneira contribuíram, muito obrigado.

Não tenha medo de tentar,
tenha medo de não tentar e ver que a
vida passou e você não se arriscou
como deveria.

(Chorão)

RESUMO

Diante da alta demanda populacional por geração de energia, alimentos e bens de consumo, de forma exponencial, são gerados subprodutos no processamento. Na produção de frango de corte são gerados os resíduos orgânicos. Da mesma forma na produção de biodiesel é gerado o glicerol. Neste panorama, ferramentas que viabilizem essas cadeias agroindustriais produzir e gerenciar seus resíduos são de suma importância. A compostagem apresenta-se como uma técnica de tratar resíduos orgânicos de modo a atender o destino ambientalmente correto de tais resíduos. Após a compostagem obtém-se o composto orgânico que pode ser beneficiado e convertido em substratos para a produção de mudas de hortaliças. Diante do exposto, o objetivo do trabalho é produzir mudas de pepino, rabanete e tomate para avaliar o valor agrônomico dos substratos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos de produção de aves de corte, associados a glicerina bruta (0; 1,5; 3,0; 4,5) e compará-los ao substrato comercial. As mudas foram produzidas em estufa, e semeadas em bandejas de polipropileno expandido. Foram avaliados a qualidade da muda e a qualidade do torrão. Para qualidade da muda será considerado o índice de qualidade de Dickson (IQD), que é determinado em função da altura da parte aérea, do diâmetro do coleto e do peso de matéria seca das raízes, e os parâmetros fitométricos na colheita das mudas, onde são avaliados o comprimento da parte aérea, diâmetro do coleto, comprimento da raiz, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, e também a nutrição, sendo medidos N, P, K. Para qualidade do torrão serão avaliados a facilidade de retirada da bandeja (FRB), queda livre (Q livre), densidade, capacidade de retenção de água (CRA) e porosidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) contanto com 5 tratamentos e 4 repetições de cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância havendo significância serão submetidos ao teste de médias Tukey com 5% de significância.

PALAVRAS-CHAVE: Glicerina bruta, produção de mudas, resíduos orgânicos, substrato.

ABSTRACT

Given the high population demand for energy, food and consumer goods, exponentially, byproducts are generated in the processing of these essential items. In the production of broiler chicken, organic waste is generated. Similarly, glycerol is generated in the production of biodiesel. In this scenario, tools that enable these agroindustrial chains to produce and manage their waste are of paramount importance. Composting is presented as a technique of treating organic waste in order to meet the environmentally correct destination of such waste. After composting, organic compost is obtained which can be processed and converted into substrates for the production of vegetable seedlings. Given the above, the objective of the present project is to produce cucumber, radish and tomato seedlings to evaluate the agronomic value of substrates obtained from the composting of organic poultry production residues associated with crude glycerin (0; 1.5 ; 3,0; 4,5) and compare them to the commercial substrate. The seedlings will be produced in a greenhouse, and sown in expanded polypropylene trays. The quality of the seedling and the quality of the clod will be evaluated. For seedling quality will be considered the Dickson Quality Index (IQD), which is determined as a function of shoot height, stem diameter and root dry matter weight, and phytometric parameters in seedling harvest, where Shoot length, stem diameter, root length, number of leaves, leaf area, shoot dry mass and root dry mass are evaluated, as well as nutrition, being measured N, P, K. Clod will be evaluated for ease of tray removal (FRB), free fall (free Q), density, water holding capacity (CRA) and porosity. The experimental design will be completely randomized (DIC) with 5 treatments and 4 replications of each treatment. The obtained data will be submitted to analysis of variance with significance will be submitted to Tukey test of means with 5% of significance.

KEYWORDS: Substrate, organic waste, crude glycerin, seedling production.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS | 28 |
| FIGURA 2 - MUDAS DE PEPINO PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS. | 30 |
| FIGURA 3 - AVALIAÇÃO DE QUEDA LIVREDAS MUDAS | 32 |
| FIGURA 4 - NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE EUCALYPTUSBENTHAMII | 33 |
| FIGURA 5 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE PEPINO CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E O COMERCIAL. | 43 |
| FIGURA 6 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE RABANETE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E COMERCIAL. | 45 |
| FIGURA 7 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E COMERCIAL. | 46 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - DIAS DE COMPOSTAGEM E RELAÇÃO C:N DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS | 27 |
| TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS | 29 |
| TABELA 3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS | 29 |
| TABELA 4 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DA PARTE AÉREA DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS | 36 |
| TABELA 5 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DO DIÂMETRO DO COLETO E RAÍZ DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS | 40 |
| TABELA 6 - QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS | 44 |

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo
APA - Altura da parte aérea
CE – Condutividade elétrica
C/N - Carbono/Nitrogênio
CO₂ – Gás Carbônico
CRA – Capacidade de Retenção de Água
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DC - Diâmetro do colete
DQO - Demanda Química de Oxigênio
FRT - Facilidade de retirada do torrão
GB – Glicerina Bruta
IN – Instrução Normativa
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MFPA- Massa fresca da parte aérea
MFR - Massa fresca da raiz
MSPA - massa seca da parte aérea
MSR - Massa seca da raiz
NF - Número de folhas
NH₃ – Amônia
NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio
pH - Potencial Hidrogeniônico
PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos
UV–Vis - Ultravioleta e visível
Nm – Nanómetro
QL - Queda livre

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.2 OBJETIVOS | 14 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 14 |
| 1.2.2 Objetivo específico | 14 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 15 |
| 2.1 Resíduos orgânicos agroindustriais | 15 |
| 2.2 COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS | 19 |
| 2.3 QUALIDADE DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS | 22 |
| 2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS EM BANDEJAS..... | 23 |
| 2.5 MUDAS DE HORTALIÇAS: PEPINO, TOMATE E RABANETE..... | 25 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL | 26 |
| 3.2 ORIGEM DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS | 27 |
| 3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS | 28 |
| 3.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO | 30 |
| 3.5 DETERMINAÇÕES EFETUADAS NAS MUDAS NO DESENVOLVIMENTO DAS HORTALIÇAS | 31 |
| 3.6 ANÁLISES FITOMÉTRICAS | 31 |
| 3.7 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NAS MUDAS . | 32 |
| 3.8 QUALIDADE DE RETIRADA DO TORRÃO | 32 |
| 3.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA | 34 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4.1 QUALIDADE DE MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ALTERNATIVOS | 35 |
| 5 CONCLUSÃO | 48 |
| REFERÊNCIAS | 49 |

1 INTRODUÇÃO

Com crescimento populacional houve a expansão do setor agroindustrial com isso ocorreu o aumento na produção de resíduos, entre eles se destacam os resíduos orgânicos de origem agroindustrial. Tais resíduos apresentam composição e propriedades variáveis em virtude da origem, processos de beneficiamento da matéria-prima e da sua composição química e da presença de microrganismo patógenos e elementos tóxicos. Nesse sentido, acarretam em problemas ambientais, tais como a alta geração de resíduos que devido à falta de tecnologia e alto custo para tratamento, resulta na poluição do solo, da água e da atmosfera (SBIZZARO et al., 2017; TONETO, SAIANI, DOURADO, 2014).

Dentre os resíduos agroindustriais a cadeia de aves de corte apresenta-se com alta geração de resíduos orgânicos, pode-se citar: cama de frango, resíduo de incubatório, resíduos de abatedouros, lodos das estações de tratamento de efluentes, carvão remanescente de caldeiras, resíduos da limpeza de grãos em unidades de beneficiamento para produção de rações, dentre outros (TONETO, SAIANI, DOURADO, 2014).

Ainda, além da alta demanda pela produção de alimentos existe a necessidade pela obtenção de energias de fontes renováveis. Neste sentido, há a busca pela produção de biodiesel e etanol. Na produção de biodiesel e etanol a glicerina bruta e o bagaço de cana de açúcar, respectivamente configuram-se como resíduos da produção (DONKIN e DOANE, 2007; LAGE et al., 2010).

Nesse sentido, os resíduos orgânicos agroindustriais, necessitam de tratamento adequado, pois não podem ser acumulados indefinidamente no local em que foram produzido e não devem ser aplicado de qualquer maneira no solo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a). Uma alternativa para o tratamento dos resíduos orgânicos agroindustriais é a técnica da compostagem.

Em 2010 surgiu no Brasil a Política Nacional do Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010 que dispõem sobre o aumento na quantidade de resíduos gerados e sobre seu manejo e tratamento que devem ser adequados e agregando valor econômico aos resíduos. Bem como, a Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 que aprova as normas sobre especificações e garantias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e biofertilizantes destinados à agricultura (BRASIL, 2010).

Para atender a PNRS é necessário um processo de compostagem eficiente. Dessa forma, existem parâmetros que devem ser controlados e monitorados afim de se obter um fertilizante orgânico adequado com valor agrônômico e que atende a IN 25/2009. A utilização do processo de compostagem mostra-se de extrema importância em uma sociedade que busca uma sustentabilidade social, econômica e principalmente ambiental.

O composto orgânico resultante da compostagem apresenta benefícios, como, a redução do uso de fertilizantes químicos; a diminuição significativa da quantidade de resíduos que são depositadas em aterros; o fornecimento de um material rico em nutrientes que melhora a formação e crescimento das plantas (BERNAL et al., 2009; BLANCO et al., 2010, KIEHL 2010). Os compostos orgânicos provenientes da compostagem após passarem pelo processo de beneficiamento, podem ser utilizados como substratos na produção de mudas de hortaliças.

Segundo Bezerra et al. (2009) o aumento da utilização de materiais orgânicos como substrato é de extrema importância, pois reflete a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas que permitam substituir substratos comerciais onerosos por substratos alternativos, oriundos de resíduos orgânicos de baixo custo e facilmente encontrados na região, é considerado de extrema importância para o meio ambiente (BEZERRA et al., 2009).

Conforme Bezerra Neto et al. (2010) a alta produtividade de hortaliças inicia-se na produção de mudas, pois interfere diretamente no aspecto sanitário da cultura, na eficiência operacional, nos custos e na qualidade do produto final. Mudas vigorosas são resistentes a danos mecânicos no momento do transplante, apresentam boa capacidade de adaptação ao novo ambiente e redução no ciclo de produção, além de conferir maior resistência a pragas e doenças (CABRAL et al., 2011).

Nesse sentido, a utilização de resíduos orgânicos gerenciados pela técnica da compostagem para a obtenção de substratos orgânicos alternativos mostra-se como uma forma de agregar valor a estes resíduos. Diante do exposto, após a obtenção do composto orgânico produzido pelo processo de compostagem há a necessidade de avaliar o seu potencial agrônômico na produção de mudas de hortaliças.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade de mudas de hortaliças produzidas em substratos orgânicos alternativos obtidos pelo processo de compostagem de resíduos da cadeia de aves de corte associados a glicerina bruta, bagaço de cana de açúcar e poda de árvores urbanas.

1.2.2 Objetivo específico

- Avaliar a qualidade do torrão das mudas de pepino, rabanete e tomate em função dos substratos orgânicos alternativos;
- Avaliar a influência dos parâmetros químicos (NPK) dos substratos orgânicos sobre a qualidade e parâmetros fitométricos das mudas de pepino, rabanete e tomate;
- Avaliar a influência dos parâmetros físicos (granulometria, capacidade de retenção de água (CRA), volume dos sólidos e dos poros, densidade) dos substratos orgânicos sobre a qualidade dos parâmetros fitométricos das mudas de pepino, rabanete e tomate;
- Avaliar o teor nutricional de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) nas mudas de hortaliças em função dos substratos orgânicos alternativos;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Resíduos orgânicos agroindustriais

Com o aumento do consumo de alimentos nos últimos anos obteve um aumento da produção de resíduos, levando a um desenvolvimento cada vez mais insustentável ocasionando contaminações ao meio ambiente. Portanto, o tratamento e o destino final dos resíduos sólidos orgânicos é um processo de extrema importância nas políticas ambientais dos países desenvolvidos, bem como no Brasil, assim gerando emprego e renda para população mais vulnerável (DIAZ e OTOMA, 2012; POLETO et al., 2010).

Para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial. Essa estimativa coloca o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores de carne e alimentos cárneos para mais de 200 países (MAPA, 2016).

Segundo Giehl (2016) o Brasil é o principal país exportador da carne de frango, o que justifica a relevância do setor para a balança comercial brasileira. O que mais é relevante para a ampliação nas exportações mundiais são as taxas dos três maiores exportadores que são o Brasil, os Estados Unidos e a União Europeia, que crescem 7,00%, 3,87% e 6,20% anualmente, esses três países correspondem por 76,90% das exportações mundiais.

São gerados resíduos orgânicos em toda a cadeia de frango de corte desde a produção de ração, bem como nos matrizeiros, engorda e por fim o abate e processamento. O local onde incubam-se os ovos chama-se incubatório. Os resíduos gerados no processo industrial de incubação de ovos são compostos por cascas de ovos, películas, penugem, ovos não-eclodidos, pintainhos malformados e natimortos (COSTA et al., 2015).

Carvalho et al. (2013) estimaram a produção de 1.631,53 kg de resíduos a cada 100.000 ovos incubados por dia. A composição da casca dos ovos, principalmente carbonato de cálcio, inibe a degradação deste material se tornando um problema no processo de descarte. A composição do resíduo de incubatório pode variar com a maior ou menor inclusão de cascas de ovos (ARAÚJO e ALBINO, 2008). Analisando a composição do resíduo de incubatório Glatz et al. (2011) observou 33,1% de

proteína, 29,0% de extrato etéreo e 21,1% de matéria mineral. Enquanto que, Nunes ET al. (2005) encontraram 26,0% de proteína, 12,2% de extrato etéreo e 54,5% de matéria mineral.

Durante a engorda os frangos são mantidos em uma cama, que garante conforto e proteção aos animais durante sua estadia no aviário. A cama é formada de um material disposto no galpão a fim de evitar o contato da ave diretamente com o piso. Este material auxilia na absorção de água, na incorporação de fezes, urina e penas e reduz as oscilações de temperaturas no aviário (ROLL e ROLL, 2012). A cama de frango é constituída geralmente de serragem, lascas de madeira e palha, juntamente com restos de ração, material fecal e penas.

A reutilização das camas em lotes consecutivos é uma estratégia comum para reduzir custos de produção, sendo, no Brasil, geralmente utilizadas de 5 a 8 lotes consecutivos, assim elevando cada vez mais o nível de nutrientes/poluição na cama (MENDES et al., 2016). Dessa forma, considerando que a produção de cama por ave por lote é de 1,3 kg (ABPA e AVISITE, 2016) e levando em conta um aviário com capacidade para 20 mil aves e com 8 lotes por ano, a produção de cama pode chegar a 200 toneladas por ano em um único aviário. Se avaliado ponto de vista de abate, o total de cama produzido no país somente no segundo trimestre de 2015 foi de aproximadamente 14,5 bilhões de kg de cama (ABPA e AVISITE, 2016).

A cama de frango é considerada resíduo agroindustrial e deve ser aplicada de forma correta, pois a aplicação excessiva de cama de frango no solo sem um tratamento apropriado pode causar sérios problemas ambientais e a mesma pode lixiviar para o solo e contaminar águas subterrâneas (HUANG, 2014). Porém, a utilização de cama de frango como fertilizante orgânico é possível com a adequação da mesma, seja em balanço nutricional ou quando combinada a outros resíduos orgânicos no processo de compostagem. A cama é basicamente composta de Carbono e água, com quantidades menores de nitrogênio e fósforo e demais elementos como cloro, cálcio, magnésio, sódio, manganês, ferro, cobre, zinco e arsênio (KELLEHER et al., 2002).

Porém, a prática de compostagem tem a desvantagem, quando mal conduzida, de diminuir a qualidade do composto orgânico final como fertilizante devido principalmente à perda de nitrogênio na forma de amônia e de carbono na forma de gás carbônico e metano (HANH et al., 2012). Dessa forma, o processo de

compostagem deve ser conduzido de forma adequada e controlada para minimizar as perdas de nitrogênio e demais nutrientes.

No processamento de frangos de corte os resíduos sólidos provenientes do abate são compostos principalmente por fragmentos de vísceras, músculo, gordura, osso, sangue e penas, que apresentam alto teor poder poluente e ainda são agentes na transmissão de doenças. Para o tratamento desses resíduos são necessários processos físicos, químicos e biológicos com alta eficiência, que reduzam o potencial poluente e garantam a qualidade sanitária do material (ORRICO JUNIOR et al., 2010).

A geração de efluentes na indústria de abate e processamento de aves é proporcional ao consumo de água potável consumida. As áreas que mais demandam consumo de água são respectivamente abate e sangria, escaldagem e depenagem, evisceração e resfriamento (SCHOENHALS, 2006).

A composição dos efluentes varia de indústria para indústria, portanto, de modo geral contém altas concentrações de compostos orgânicos, quantificados como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrogênio, fósforo, óleos, gorduras e proteínas (DEBIK e MANAV, 2009).

O início do tratamento físico-químico ocorre com a equalização do efluente bruto, na sequência o agente floculante e polímeros são adicionados para potencializar o processo de separação da gordura sangue e demais poluente (PINTO et. al, 2015). Em seguida com as dosagens de produtos ocorre a injeção de micro bolhas de ar que auxiliam o processo de flotação, sendo este responsável por agrupar partículas de gordura e material orgânico suspenso em “flocos” elevando-os à superfície da água, uma vez que o material esteja separado o lodo gerado dos flocos emergentes é retirado do flotor através de raspadores e a água é enviada ao tratamento secundário, ou seja, às lagoas de tratamento (PINTO et. al, 2015).

Segundo (Unfried e Yoshi, 2012) após a separação o lodo úmido como é denominado o material proveniente do flotor, este é aquecido a 90°C e enviado a uma centrifuga chamada Tridecanter, este equipamento tem por princípio ativo a separação do lodo aquecido em três fases, sendo o óleo de lodo, água ou efluente clarificado e lodo flotado.

Ainda, no processamento de aves de corte é gerado o carvão remanescente na caldeira dos abatedouros. Este resíduo quando incorporado em processo biológico pode receber a denominação de “biochar” ou biocarvão, assim como pode ser um biocarvão produzido de forma controlada para uso em diferentes fins.

Nos últimos anos, o biochar tem despertado muita atenção em aplicações ambientais e agrícolas como materiais ecológicos com alto índice de eficiência e versátil (ZHAO et al., 2013).

O biochar é um material multifuncional que é empregado, principalmente, como um condicionante de solo para imobilizar metais, assegurar o teor de umidade do solo por mais tempo, para fertilizar e recuperar solos, sobretudo por intermédio do aumento do pH do solo (SCHMIDT, 2012), principalmente devido à sua elevada capacidade de retenção de água, assim o solo podendo disponibilizar água para as plantas por mais tempo (VARTAPETYAN e VOLOSHCHUK, 1995; OGAWA et al., 2006).

Em razão de sua elevada aromaticidade e elevada área superficial, o carvão é considerado como um sorvente eficaz para poluentes orgânicos e inorgânicos (TONG et al., 2014), evitando, assim, a passagem desses para água subterrânea (FELLET; MARMIROLI; MARCHIOL, 2014). Portando o biocarvão pode atuar como um agente sorvente a glicerina bruta, resíduo problema na produção de biodiesel.

A glicerina é obtida como coproduto da produção do biodiesel que se dá pelas seguintes etapas: preparação da matéria-prima, reação de transesterificação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool e purificação da glicerina e do biodiesel (APOLINÁRIO; PEREIRA; FERREIRA, 2012). A preparação da matéria-prima é importante para criar condições que favoreçam a reação de transesterificação, obtendo a máxima taxa de conversão. A matéria-prima utilizada deve possuir o mínimo de umidade e de acidez, o que é possível por meio de um processo de neutralização com uma solução alcalina seguida de uma operação de secagem (LEONETI et al., 2012).

Visto que a glicerina bruta é um resíduo que causa impactos ao meio ambiente se for aplicada de forma incorreta, e que vem sendo produzido de forma crescente, o aumento do percentual de biodiesel no óleo diesel, assim aumentando o processo de obtenção do biodiesel (ABREU et al., 2016).

A produção de biodiesel tem aumentado nos últimos anos devido à demanda por alternativas na produção de combustíveis, destacando-se a região Centro-Oeste como a maior produtora do país (ABREU et al., 2016). Este combustível é uma fonte de energia renovável importante para o Brasil, uma vez que é derivado de óleos vegetais e o país é grande produtor de soja e outras oleaginosas.

Segundo dados publicados pela Agência Nacional do Petróleo- ANP (2017) a produção nacional de biodiesel foi de 3,98 bilhões de litros em 2014, estimando-se

assim uma produção de 398 milhões de litros de glicerina. Contudo, 10% de todo o volume de biodiesel gerado é representado pela glicerina residual. Esta glicerina apresenta alguns resíduos que dificultam o seu uso para fins comerciais, havendo necessidade de purificação ou descarte de forma ordenada e onerosa (VENDRUSCOLO et al., 2013).

Devido ao avanço do programa nacional do biodiesel, a produção estimada de glicerina para 2020 é de 14,3 bilhões de litros (YANG et al., 2012, UMPERRE; MACHADO, 2013). Daí surge uma crescente preocupação com a problemática da assimilação da grande quantidade de glicerina pelo mercado mundial, que em excesso necessita ser queimado, sendo que sua queima parcial gera acroleína, produto suspeito de ser cancerígeno (UMPERRE e MACHADO, 2013).

Ainda, pertencente ao setor agroindustrial, como fonte de energia renovável o etanol se destaca. O etanol obtido do caldo de cana-de-açúcar (etanol de primeira geração) é, até o momento, o único combustível com capacidade de atender à crescente demanda mundial por energia renovável de baixo custo e de baixo poder poluente. No entanto, é grande a geração de bagaço de cana de açúcar após a obtenção da matéria-prima (SANTOS et al., 2012).

A disposição inadequada de todos os resíduos orgânicos pode acarretar em alterações ambientais, provocando contaminação do solo e lençol freático (GLATZ, et al., 2011). Dessa forma a compostagem, como métodos empregados no tratamento dos resíduos orgânicos, têm como objetivo a estabilização biológica e química do material, diminuindo sua agressividade ambiental.

Além da técnica gerar produtos que possuem grande valor agrônômico, como substratos provenientes da compostagem e biofertilizantes provenientes da biodigestão de efluentes (NUNES, 2005; ARAUJO; ALBINO, 2011). Com a técnica da compostagem as agroindústrias e empresas de soluções ambientais, em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010, conseguem aplicar os resíduos de maneira eficiente, beneficiando toda a cadeia, do produtor ao consumidor.

2.2 COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

A compostagem é uma técnica de decomposição equilibrada da matéria orgânica e tem como objetivo obter um composto estável e em perfeitas condições para ser aplicado na agricultura (BARRENA et al. 2014). Durante processo de compostagem os sólidos biodegradáveis da matéria orgânica são convertidos para

um estado estável que pode ser manejado, armazenado e aplicado como adubo orgânico sem prejudicar o ambiente, desde que utilizado de forma certa e aplicado na dosagem correta (INÁCIO et al., 2012).

Muitos fatores interferem e influenciam na decomposição dos resíduos orgânicos durante o processo de compostagem (BARRENA et al. 2014). Sendo eles a aeração, umidade, temperatura, pH, relação C:N, tamanho das partículas e os resíduos orgânicos utilizados (INÁCIO et al., 2012).

O teor de oxigênio é um fator de extrema importância na compostagem, pois torna o processo aeróbio e permite a respiração e metabolismo dos microrganismos (INÁCIO; MILLER, 2009). A faixa ideal para o teor de oxigênio varia de 14 a 17%, enquanto que teores inferiores a 10% impossibilitam a compostagem aeróbia (DIAZ et al., 1982).

Segundo Valente et al. (2009), a umidade é obrigatória para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos, sendo que a considerada ideal para a compostagem varia entre 50 e 60%. Acima desse percentual, o excesso de umidade diminui a penetração de oxigênio na leira, proporcionando uma decomposição inviável á tornando mais lenta e afetando as propriedades físicas e químicas do composto (INÁCIO e MILLER, 2009). Semelhantemente, se a umidade for inferior a 40%, a atividade biológica da leira pode ser inibida, diminuindo com isso a velocidade de degradação (INÁCIO e MILLER, 2009).

A atividade dos microrganismos durante o processo de decomposição é exógena, portanto, libera calor. Ficando retido na leira de compostagem devido à propriedade isolante dos compostos orgânicos, resultando no aumento da temperatura. No entanto, se a temperatura ultrapassar 70°C pode prejudicar as atividades biológicas e o metabolismo dos microrganismos essenciais ao processo (GOMES e PACHECO, 1988). Considera-se, de maneira geral, que a faixa ótima para a compostagem seja de 45 a 65°C (KIEHL, 2004). Portanto, essa variável deve ser constantemente monitorada para garantir um ambiente ótimo ao desenvolvimento dos microrganismos.

As alterações do pH durante o processo de compostagem estão exatamente associadas às variações da temperatura, embora esta interação ainda não tenha sido bem investigada (PEREIRA NETO, 2010). Geralmente, os principais materiais de origem orgânica, utilizados como matéria-prima na compostagem, são de natureza ácida, com pH variando entre 5 e 7 (EMBRAPA, 2009).

Para se obter um composto de boa qualidade em um período curto, é necessário que os resíduos apresentem uma adequada ligação de nutrientes e fatores, proporcionando condições favoráveis ao crescimento e metabolismo das colônias de microrganismos (FIORI; SCHOENHALS e FOLLADOR, 2008).

O fator mais importante é a relação carbono/nitrogênio (C/N), visto que o crescimento e diversidade de microrganismos relacionam-se com a concentração de nutrientes, responsáveis por fornecer material para a síntese protoplasmática e a energia necessária para o crescimento celular (TROMBIN et al, 2005). Desta forma, a relação C:N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, e também no produto final, para efeito de qualidade do composto (VALENTE et al., 2009).

Segundo Kiehl (2010) a relação C/N inicial deve estar entre 25:1 a 35:1, pois os microrganismos absorvem C e N sempre na relação adequada. O fator relação C/N influenciará o tempo de maturação do composto, pois quando a relação for muito elevada o tempo de compostagem será maior, pois faltará N para os microrganismos, e se for muito baixa, o excesso de N será eliminado pelos microrganismos na forma de amônia (NH₃).

O tamanho de partícula e distribuição são de extrema importância para a estabilidade da superfície para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos e a conservação da porosidade adequada para aeração. Quanto maior o tamanho da partícula, menor a área de superfície a relação de massa. No entanto, as partículas que são muito pequenas podem comprimir a massa, reduzindo a porosidade (BERNAL; ALBURQUERQUE e MORAL, 2009).

Os microrganismos interferem no período de estabilização e qualidade do produto final gerado (WANG et al., 2014). A matéria orgânica estabilizada é caracterizada, de modo geral, pelo fato de apresentar uma relação C/N que aponta que o método de mineralização do nitrogênio prevalece sobre a sua imobilização.

Durante o período da compostagem os microrganismos, na presença de oxigênio e umidade degeneram a matéria orgânica, obtendo energia e nutrientes para o seu crescimento e reprodução, utilizando as substâncias mais simples, passando posteriormente para as mais complexas. Parte desta energia disponibilizada é utilizada no seu metabolismo, sendo a restante libertada sob a forma de calor. Os organismos, durante o processo, produzem dióxido de carbono, água, calor,

subprodutos gasosos e o composto orgânico final (GRAY et al., 1971; DAY e SHAW, 2005).

Ademais, Orrico Júnior et al. (2009) afirmam que na fase termofílica da compostagem, há proliferação de microrganismos exotérmicos (promovem aumento da temperatura da pilha de composto) com efetivo poder na eliminação de patógenos e sementes de plantas daninhas.

No processo de compostagem os resíduos são dispostos em camadas na forma denominadas de leiras ou pilhas de compostagem. A pilha de compostagem deve ser desenvolvida de forma que ocorra o efeito conhecido como 'chaminé'. Este efeito permite entrada de ar pelas paredes laterais. O ar passa através da leira, sai pela parte superior e carregando vapor d'água, calor, CO₂ e outros gases. Em pátios de compostagem, o formato utilizado é geralmente trapezoidal devido à facilidade operacional e ao aproveitamento de espaço. No entanto, a altura não deve ser demasiadamente elevada, pois pode ocasionar compactação da leira e dificultar a aeração. Alturas de até dois metros são aceitáveis, porém, as máquinas utilizadas devem ser adequadas para a mesma (KIEHL, 2010).

Ao final do processo de compostagem obtêm-se o composto orgânico (KIEHL, 2010). O composto orgânico pode ser utilizado como substrato para a produção de hortaliças, flores e demais culturas (COLOMBO et al., 2017; SANTOS et al., 2016 e SANTOS et al., 2018). No entanto, para tender as necessidades nutricionais e físicas das plantas é necessário que os substratos possuam determinadas qualidades (TAKANE; SIQUEIRA e KAMPF, 2012).

2.3 QUALIDADE DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Os substratos para as plantas são todo material poroso, sendo utilizado puro ou em mistura, que, colocado em um recipiente ou bandejas, proporciona ancoragem e suficientes níveis de água e oxigênio para um ótimo desenvolvimento das mudas (VENCE, 2008).

Os substratos utilizados para a produção de mudas devem ter ótimas condições para realizar suas funções fundamentais para que possa proporcionar condições adequadas à germinação e um excelente desenvolvimento do sistema radicular (KRATZ, et al. 2013). Devem possuir boa textura e estrutura, pH correto, alto índice fertilidade e estar totalmente livre de patógenos (VALENTE et al., 2009).

O substrato deve conter suprimento correto de água e ar ao sistema radicular, estar totalmente isento de fitopatógenos, ser de baixo custo. Por ser utilizado em um estágio inicial do desenvolvimento, quando as plantas muito sensíveis ao déficit hídrico e bastante susceptíveis ao ataque de microrganismos (KLEIN et al., 2012).

A qualidade física do substrato é muito importante, devendo garantir mudas de qualidade com baixo custo em um curto período (FURLAN et. al., 2007). As características físicas são mais importante para o ótimo desenvolvimento das mudas, devido às relações ar-água não poderem sofrer alterações durante o cultivo (VERDONCK 1983).

Kämpf (2000a) e Ferraz et al. (2005) citam que a densidade do substrato, a porosidade, a disponibilidade de água e de ar e, entre as características químicas, os valores de pH e condutividade elétrica (CE), são de extrema importância para o bom desenvolvimento das mudas. A maioria das espécies consegue se desenvolver em valores de pH que vão de 4 a 8, sem sofrer alterações significativas, desde que todos os nutrientes necessários sejam fornecidos sob forma disponível. Portanto, o rendimento da planta pode ficar prejudicado em condições extremas de acidez ou alcalinidade, assim a planta não consegue absorver os nutrientes necessários e tende á uma produção inferior (BATISTA e BATISTA, 2007).

O pH ideal para o crescimento das plantas tem uma variação de acordo com a cultura implantada, segundo os autores, colocando-se entre um valor mínimo de 5,0 e um valor máximo de 6,5. Em termos práticos, pode considerar-se o intervalo entre 5,3 a 6,5 como o adequado para a generalidade das espécies (MINER, 1994).

É de extrema importância a utilização de substratos orgânicos que possuam características adequadas à espécie cultivada a fim de reduzir o tempo de cultivo e evitar aplicação de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas (FERMINO e KAMPF, 2003).

2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS EM BANDEJAS

Até a década de 1980 a formação de mudas em sementeiras e a céu aberto eram comuns e sendo a mais utilizada e quando alcançavam os índices de transplante eram transplantadas com raiz nua, podendo ocorrer danos no sistema radicular e, por isso, sendo muito sensíveis às condições ambientais e à contaminação por patógenos (SOUZA; FERREIRA, 1997). Com a oferta no comércio de bandejas de poliestireno (isopor®), no ano de 1985, houve melhoria da qualidade das mudas formadas (MARQUES et al., 2003).

Dessa forma, o surgimento de bandejas alavancou a produção de hortaliças no país. Sendo assim, houve a necessidade de produção de substratos adequados para a produção em bandejas (BRITO et al., 2010). Visto que o espaço das células das bandejas restringe as raízes, a quantidade de substrato deve ser satisfatória para promover o desenvolvimento das mudas até o transplante para o campo (COSTA et al., 2011).

A produção de mudas de alta qualidade é de extrema importância, pois mudas bem formadas dão origem a plantas com alto potencial produtivo (FARIA et al., 2016). A obtenção de mudas em bandejas traz vantagens, tais como ótimas germinações, manejo facilitado, uniformidade de mudas e economia de água (LUQUI et al., 2015).

O período em que a muda está em desenvolvimento na bandeja (confinamento do sistema radicular), quando o substrato não tem todos os nutrientes disponíveis (volume e fertilidade), pode ser fator de má formação das mudas (SEDIYAMA et al., 2014). O tempo de permanência da muda na bandeja deve ser o suficiente para permitir o enraizamento e a formação da parte aérea, devendo-se transplantar antes do início da restrição do crescimento radicular (RODRIGUES et al., 2010).

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes do sistema produtivo hortícola, uma vez que dela depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção, tanto do ponto de vista nutricional, quanto do tempo necessário à produção e, conseqüentemente, do número de ciclos produtivos possíveis por ano (ALVES et al. 2012).

No Brasil, a produção de mudas utiliza uma alta quantidade de substratos, insumo de extrema importância em diferentes segmentos da horticultura. Grande parte dos substratos é produzida utilizando a turfa como componente principal, mas são crescentes os esforços visando à substituição deste material, devido a questões de proteção ambiental (FREITAS et al., 2013).

Os substratos orgânicos estão sendo muito utilizados pelos viveiristas, pois a maioria está suprimindo as necessidades dos vegetais como também por serem de baixo custo e, sobretudo por não serem poluentes e assim contribuir para a preservação do meio ambiente (SILVA JÚNIOR et al. 2014).

Os substratos orgânicos usados na produção de mudas são formados por materiais orgânicos que contribuem na retenção de umidade, fornecimento de parte dos nutrientes, aumento da difusão de oxigênio para as raízes, capacidade de troca de cátions (CTC) e regulação do pH, e sustentação física necessária para assegurar o desenvolvimento da planta com qualidade (CAMARGO et al., 2011 e PESSOA et al., 2012). Para a melhor qualidade dos substratos eles não devem conter fitopatógenos e sementes de plantas indesejáveis, devem ser compostos por materiais de baixo custo e fácil aquisição (KRATZ, et al. 2013).

2.5 MUDAS DE HORTALIÇAS: PEPINO, TOMATE E RABANETE

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma hortaliça da família das Cucurbitáceas, de grande expressão na alimentação como componente de saladas e consumida em muitos países do mundo. O maior produtor mundial de Kiwano é a Nova Zelândia, seguida por Israel. A maior parte dos frutos é comercializada nos Estados Unidos e Europa (ANTUNES et al., 2014).

A produção de pepino no Brasil é realizada em sua maioria por semeadura direta. Porém, com o aumento da agricultura orgânica, a produção de mudas em bandejas tem sido implantada, visando o cultivo das plantas com maior vigor (SILVEIRA et al., 2004). O país apresenta condições climáticas necessárias para a produção dessa fruta exótica tropical. No entanto, informações agronômicas sobre a cultura e seu cultivo são limitadas, especialmente quanto às exigências em termos de fertilização nitrogenada (ANTUNES et al., 2014).

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das principais hortaliças consumidas no Brasil, podendo ser consumida na forma fresca ou na forma processada, tendo um alto valor na importância econômica (SOARES et al. 2012). O tomate tem destaque especial, tanto do ponto de vista econômico quanto social, pelo alto volume de produção desde que seja feito seu manejo correto de produção, grande volume comercializado e geração de empregos (BARROS et al., 2014 e GUERRA et al. 2014).

O principal método de produção de mudas de tomateiro é realizado pelo método de sementeira em bandejas em casa de vegetação ou cultivo a campo. Os fatores, temperatura, água, luminosidade e oxigênio são de extrema importância para o desenvolvimento da muda, outro fator muito importante é a qualidade do substrato para a produção de mudas de ótima qualidade. As características físicas são as mais importantes, pois às relações ar-água não podem sofrer alterações durante o cultivo (KÄMPF, 2000b e SILVA et al., 2010).

O rabanete (*Raphanussativus* L.) é uma hortaliça originária do oeste da Ásia e do sul da Europa (PEREIRA, 2002). O rabanete é uma brássica que possui vitaminas A, B1, B2, B6, C, ácido fólico, sais minerais (potássio, cálcio, fósforo, enxofre), além de baixa quantidade de calorias (CAMARGO et al., 2007 e MATOS et al., 2016). A comercialização do rabanete é a raiz tuberosa, geralmente com formato globular ou mais alongado, casca vermelho-arroxeadada e interior branco ou rosado (LIRA, 2013).

O rabanete tem uma característica muito importante que é o seu curto ciclo de produção, que varia de 25 a 35 dias. O seu cultivo é uma ótima alternativa, pois gera retorno financeiro em curto prazo, podendo ser utilizada na rotação de culturas (FERNANDES et al., 2014). A raiz do rabanete tem um melhor desenvolvimento em camadas de solo de menor profundidade, e assim a produção pode ser influenciada pelas condições físicas e hídricas do solo. A cultura é sensível ao déficit e ao excesso de água no solo, assim como à quantidade de oxigênio, podendo reduzir o crescimento da parte aérea e o rendimento de raízes (SILVA et al., 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Federal do Paraná (UFPR-Setor Palotina). A UFPR localiza-se na Rua Pioneiro, 2153 - Dallas, Palotina - PR, 85950-000, e possui as seguintes coordenadas 24° 17' latitude sul e 53° 50' longitude oeste, com altitude média de 320 metros. A temperatura média do município é de 28 °C e a umidade relativa do ar média é de 78%.

3.2 ORIGEM DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Os substratos orgânicos utilizados no presente estudo foram obtidos pela compostagem de resíduos agroindústrias e podas de árvores urbanas. O processo de compostagem foi conduzido e monitorado por Fehmberger (2018).

Os resíduos orgânicos submetidos ao processo de compostagem foram fornecidos por uma agroindústria de abate de aves e produtores de engorda de aves. Os materiais utilizados foram resíduos de incubatório, cama de frango e lodo de flotor como fontes de nitrogênio. Os resíduos de poda de árvores urbanas, bagaço de cana, glicerina bruta e o carvão remanescente de caldeira configuraram-se como fonte de carbono no processo. O material referente a poda foi cedido pela prefeitura municipal, o bagaço de cana-de-açúcar por uma garapeira da região e o carvão remanescente de caldeira por uma empresa de soluções ambientais. A glicerina bruta foi adquirida de uma usina de produção de biodiesel da região centro-norte do Paraná.

A relação carbono e nitrogênio para o início do processo de compostagem foi fixada em 26:1 para todos os tratamentos. Foram montadas cinco composteiras com paletes. Os tratamentos foram definidos em função da proporção de glicerina bruta (GB) adicionada em relação a massa fresca da massa em compostagem. As concentrações de GB foram de 0,0; 1,5; 3,0 e 4,5% dando origem a denominação dos tratamentos T0; T1; T2 e T3, respectivamente.

Todo o processo de compostagem foi monitorado em relação à aeração, umidade e temperatura, de tal forma que, quando as temperaturas no interior das leiras aproximaram-se da temperatura ambiente, o processo foi considerado estabilizado. O tempo de compostagem de cada composto antes da utilização como substrato e a relação C:N final dos compostos após o processo de compostagem estão apresentando na TABELA 1.

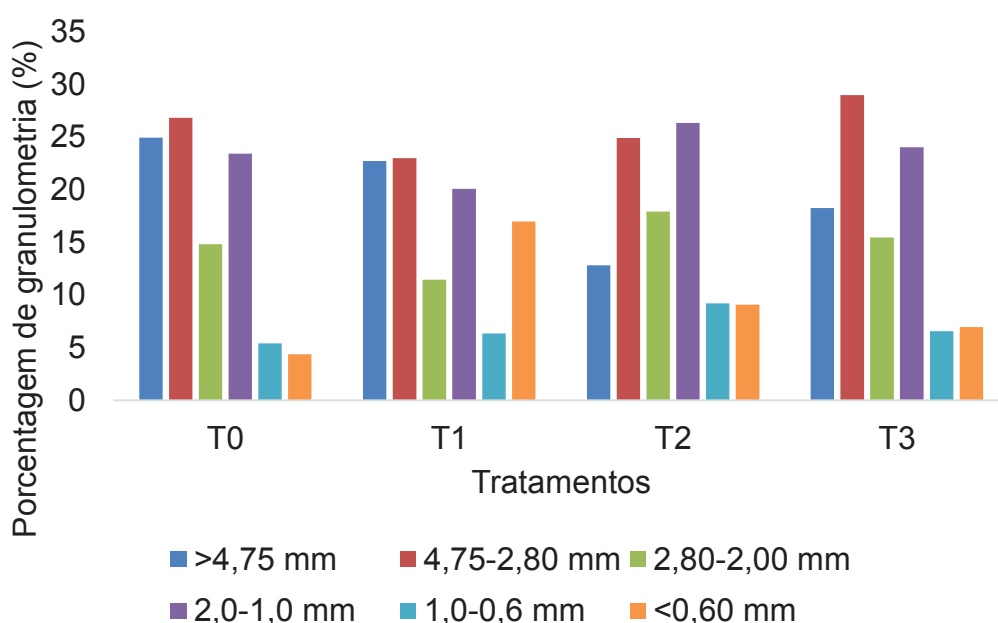
TABELA 1 - DIAS DE COMPOSTAGEM E RELAÇÃO C:N DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

| Tratamento | Dias de compostagem | Relação C:N |
|------------|---------------------|-------------|
| T0 | 70 | 12,21 |
| T1 | 74 | 12,11 |
| T2 | 74 | 12,36 |
| T3 | 74 | 12,93 |

Fonte: FEHMBERGER (2018).

Após a obtenção dos compostos orgânicos pelo processo de compostagem, procedeu-se o beneficiamento de forma que se obteve os substratos orgânicos alternativos utilizados no presente estudo. O beneficiamento contou com peneiramento (peneira de 5 mm) e análises quanto as características químicas e físicas. Na Figura 1 é apresentado a granulometria dos substratos orgânicos alternativos.

FIGURA 1 - GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS



Fonte: O autor (2019).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

As análises químicas realizadas foram fósforo, nitrogênio e potássio (N, P, K). O fósforo foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Lana et al. (2010), pela técnica de Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta e visível (UV-Vis) no comprimento de onda de 725nm. O potássio foi determinado pela técnica de fotometria de chama de acordo com a metodologia de Lana et al. (2010). O nitrogênio foi quantificado em destilador de Kjeldahl, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1989). As análises do pH e condutividade foram realizadas pelo método potenciométrico pela metodologia de Lana et al. (2010).

As análises físicas realizadas foram de capacidade de retenção de água

(LUCHESE, FAVERO, LENZI, 2002), determinação de volume e poros dos sólidos, densidade (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012) e granulometria adaptada de acordo com a metodologia proposta por Zorzeto et al., (2014). Na tabela 2 está apresentada a caracterização química e na Tabela 3 a caracterização física dos substratos respectivamente.

TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

| Substratos | N | P | K | CE | pH |
|------------|-------|-------------------|------|------------------------|------|
| | | gkg ⁻¹ | | (mS.cm ⁻¹) | |
| T0 | 29,20 | 0,89 | 9,05 | 2,32 | 7,40 |
| T1 | 29,10 | 0,93 | 9,02 | 1,90 | 7,80 |
| T2 | 31,60 | 0,98 | 9,53 | 2,48 | 7,59 |
| T3 | 29,50 | 1,40 | 9,71 | 2,62 | 7,50 |

N: nitrogênio; K: potássio; P: fósforo; CE: Condutividade elétrica.

Fonte: FEHMBERGER (2018).

TABELA 3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

| Substratos | CRA* | VOL. | VOL. | Relação | Densidade |
|------------|--------|-----------|----------|---------------|-----------|
| | | SÓLIDOS** | POROS*** | Poros/Sólidos | |
| | (%) | (mL) | (mL) | - | (g/L) |
| T0 | 165,51 | 6,00 | 19,00 | 3,17 | 348,29 |
| T1 | 209,09 | 3,50 | 21,50 | 6,14 | 373,68 |
| T2 | 71,06 | 3,00 | 22,00 | 7,33 | 296,62 |
| T3 | 160,06 | 2,50 | 22,50 | 9,00 | 240,49 |

*CRA: Capacidade de retenção de água;**Vol. Sólidos: Volume dos sólidos;***Vol. Poros: Volume dos Poros.

FONTE: FEHMBERGER (2018).

3.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes de pepino, rabanete, e tomate foram adquiridas em comércio local. As bandejas foram preenchidas com os substratos manualmente. Os tratamentos seguem a mesma denominação dos compostos orgânicos de acordo com a concentração de glicerina bruta (GB) no processo de compostagem e um tratamento utilizando o substrato comercial (T0; T1; T2 e T3), utilizou-se o substrato comercial da marca húmus fértil como testemunha. O delineamento estatístico foi com cinco tratamentos e quatro repetições.

Para cada hortaliça utilizou-se quatro bandejas de poliestireno expandido de 200 células. Dividiu-se cada bandeja em 40 células para cada tratamento, dessa forma todas as bandejas possuíam os cinco tratamentos. Portanto, uma bandeja inteira possuía 5 unidades experimentais, sendo quatro repetições (bandejas), conforme a figura 2.

FIGURA 2 - MUDAS DE PEPINO PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.



Fonte: O autor(2019).

As bandejas receberam os substratos e em cada célula foi implantado de 2 sementes da cultura de pepino, rabanete e tomate por células, o desbaste foi realizado quando as mudas atingiram duas folhas permanentes, as demais foram retiradas. As bandejas ficaram acondicionadas em um viveiro o qual possui controle de irrigação, somente um sombrite na cobertura do viveiro. As mudas foram mantidas no viveiro suspensas do solo, e a cultura foi irrigada de forma automática três vezes ao dia.

3.5 DETERMINAÇÕES EFETUADAS NAS MUDAS NO DESENVOLVIMENTO DAS HORTALIÇAS

Para a determinação dos parâmetros das mudas foi necessário realizar a lavagem das mudas. Em um béquer com água cada muda foi lavada até todo o substrato que estava agregado a raiz se soltar. Para a avaliação de nitrogênio as mudas foram lavadas com água e após com água destilada e seca em estufa a 65 °C por 48 horas e para a determinação de fósforo e potássio as mudas foram secas a 105 °C.

3.6 ANÁLISES FITOMÉTRICAS

Após 15 dias de semeadura foram realizadas as análises fitométricas nas mudas de pepino e com 21 dias foram realizadas as análises das mudas de rabanete e tomate, sendo: número de folhas (NF), altura da parte aérea (APA) com régua graduada em cm, diâmetro do coleto (DC) com auxílio de um paquímetro. Além disso, foi avaliada a massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR). Os índices de massa foram aferidos utilizando uma balança analítica.

3.7 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NAS MUDAS

Para determinação do teor de nitrogênio as partes aéreas foram secas em estufa por 48 horas a 65 °C. A massa seca foi macerada, assim foi pesado aproximadamente 0,2 g utilizando a balança analítica e transferido o conteúdo para um tubo de destilação. O nitrogênio foi quantificado por meio da digestão sulfúrica e destilado em destilador de Kjeldahl, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1989). Para a determinação de fósforo e potássio as mudas foram secas a 105 °C maceradas e pesadas aproximadamente 0,2 g para a abertura nitro-perclórica, a leitura do fósforo foi em espectrofotômetro UV-VIS a 725 nm. A leitura do potássio foi realizada em fotômetro de chama, ambos pela metodologia descrita por Lana et al.(2010).

3.8 QUALIDADE DE RETIRADA DO TORRÃO

Foram selecionadas três plantas aleatoriamente para avaliar a qualidade na formação do torrão. A avaliação da facilidade de retirada do torrão (FRT) da bandeja foi determinada por meio de nota (1 – ruim e 10 – excelente) de acordo com a facilidade com que a muda era removida da célula e o torrão apresentava-se intacto sem haver perda de massa do substrato (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF,2012). A queda livre (QL) foi avaliada colocando-se o torrão aproximadamente a 1 m de altura do chão e observando se ao cair não houve alteração ou ruptura da estrutura de enraizamento. Da mesma forma, a avaliação da QL foi realizada por meio de nota (1 a 10), conforme a figura 3.

FIGURA 3 - AVALIAÇÃO DE QUEDA LIVRE DAS MUDAS



FONTE: O autor (2018).

Kratz et al. (2013) avaliaram o crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosasca brella* produzidas com substratos a base de bio-sólido, casca de arroz carbonizada e substrato comercial de casca de pinus semidecomposta, quanto a viabilidade e integridade das raízes em relação aos substratos. Os autores atribuíram notas de 1 a 10 (1 – ruim e 10 – excelente), conforme a FIGURA 4.

FIGURA 4 - NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE EUCALYPTUS BENTHAMII



FONTE: Kratz et al. (2013)

3.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Utilizaram-se cinco substratos orgânicos de acordo com as proporções de GB no processo de compostagem (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5%) e substrato comercial como testemunha com quatro repetições totalizando 20 unidades experimentais.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para os dados referentes aos parâmetros fitométricos e ao nitrogênio, fósforo e potássio, bem como a qualidade de formação do torrão das mudas. Utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DE MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

A folha é a principal responsável por realizar a fotossíntese da planta e atua na transpiração, trocas gasosas por meio dos estômatos, condução e distribuição de seiva, reserva de nutrientes e/ou água e na atração de agentes polinizadores (TAIZ e ZIEGER, 2013).

Na produção de mudas as principais características específicas a serem controladas é a obtenção de plantas com maior uniformidade de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, promovendo maior resistência às condições adversas do campo e conseqüentemente obter a melhor produtividade (CORREIA et al., 2013).

De acordo com Marenco e Lopes (2005), quanto maior desenvolvimento foliar das mudas melhor será desempenho da planta no campo, pois as folhas são os órgãos da planta responsáveis pelos processos de conversão de energia luminosa em energia química (fotossíntese). Os resultados dos parâmetros de número de folhas (NF), altura da parte aérea (APA), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de pepino cultivada nos substratos alternativos, são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DA PARTE AÉREA DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS

| NF | Cultura | Tratamentos | | | | |
|-------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 3,00 ^a | 3,00 ^a | 3,00 ^a | 3,00 ^a | 3,00 ^a |
| | Rabanete | 4,17 ^a | 4,17 ^a | 4,17 ^a | 4,83 ^a | 4,42 ^a |
| | Tomate | 4,00 ^b | 4,00 ^b | 4,33 ^{ab} | 4,75 ^a | 4,66 ^a |
| APA (cm) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 10,54 ^a | 10,90 ^a | 12,12 ^a | 11,89 ^a | 11,72 ^a |
| | Rabanete | 3,85 ^b | 3,92 ^b | 4,22 ^b | 5,79 ^a | 5,21 ^a |
| | Tomate | 5,97 ^c | 6,55 ^c | 8,10 ^b | 10,21 ^a | 9,43 ^a |
| MFPA (g) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 0,59 ^a | 0,68 ^a | 0,82 ^a | 0,80 ^a | 0,79 ^a |
| | Rabanete | 0,25 ^c | 0,28 ^{bc} | 0,34 ^b | 0,51 ^a | 0,46 ^a |
| | Tomate | 0,12 ^c | 0,16 ^c | 0,27 ^b | 0,45 ^a | 0,38 ^a |
| MSPA (g) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 0,06 ^a | 0,06 ^a | 0,08 ^a | 0,07 ^a | 0,07 ^a |
| | Rabanete | 0,03 ^c | 0,04 ^{bc} | 0,04 ^{bc} | 0,06 ^a | 0,05 ^{ab} |
| | Tomate | 0,02 ^d | 0,02 ^d | 0,03 ^c | 0,06 ^a | 0,05 ^b |

Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente para o tratamento ($P < 0.05$).
 FONTE : O autor (2019).

O número de folhas das mudas de pepino e rabanete cultivadas em todos os tratamentos analisados não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Pode-se afirmar que o substrato comercial e os substratos provenientes do processo de compostagem com adição de diferentes concentrações de glicerina bruta à resíduos da cadeia de aves não afetam a qualidade das mudas fitometricamente. Para o número de folhas produzidas pela planta, todas as mudas cultivadas nos substratos, comercial e alternativos, produziram 3 folhas.

Para as mudas de tomate houve diferença significativa entre o número de folhas das mudas de tomate produzidas no substrato comercial e nas produzidas nos substratos orgânicos com a composição T2 e T3 apresentaram diferença estatística

em relação ao substrato comercial. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram uma média de 4,75 e 4,66 folhas, respectivamente.

Medeiros et al. (2013), avaliaram substrato orgânico e comercial (Plantmax®) na produção de mudas de tomate cereja cv. Samambaia, os autores verificaram que o substrato orgânico (efluente de peixe, água de poço e areia lavada) promove uma maior produção de folhas das mudas em relação ao substrato comercial.

Silva Júnior et al. (2014) avaliaram a produção de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 em diferentes substratos orgânico (carnaúba + casca de arroz e resíduo de carnaúba semi-decomposto), os autores verificaram que o número de folhas é influenciado pelo substrato utilizado. Sendo assim, a emissão de um maior número de folhas é um parâmetro de qualidade do substrato em relação a muda, pois a planta chega ao ponto de transplante em menor tempo.

Entre as características morfológicas que determinam a qualidade das mudas, a altura da parte aérea é muito utilizada, pois além de sua medição ser fácil e não destrutiva fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo (CAIONE; LANGE e SCHONINGER, 2012). A altura da parte aérea nas mudas de pepino não apresentou diferença estatística entre os tratamentos.

As mudas de rabanetes produzidas nos tratamentos T2 e T3 obtiveram melhor desenvolvimento em relação aos demais tratamentos. O T2 apresentou altura de 5,79cm e o T3 altura de 5,21 cm. Para o parâmetro de altura de parte aérea as mudas de tomate apresentaram diferença estatística entre os substratos. A adição de 3,0 e 4,5% de GB ao processo de compostagem promoveu a maior altura de plantas nos tratamentos T2 (10,21 cm) e T3 (9,43 cm), respectivamente. Dessa forma, pode-se afirmar que a aplicação de glicerina bruta nas concentrações de 3,0 e 4,5% ao processo de compostagem dos resíduos da cadeia de aves promove o desenvolvimento da parte aérea da planta. Fato que pode ser justificado pela maior adição de fonte de nitrogênio ao processo de compostagem para manter a relação carbono nitrogênio igual para todos os tratamentos no processo de compostagem (FEHMBERGER, 2018). Os substratos com maior adição de GB ao processo de compostagem, da mesma forma apresentam maior teor de N nos substratos.

A produção de MFPA está relacionada ao acúmulo de nutrientes pela cultura, dessa forma, quanto maior a idade da planta e o teor de matéria seca, conseqüentemente, maior a área foliar, o desenvolvimento das raízes e a porcentagem de nitrogênio disponível na cultura (FAGERIA et al., 2008). A MFPA das

mudas de pepino não houve diferença significativa entre o substrato comercial e os demais tratamentos do substrato orgânico.

De acordo com Luz et. al. (2004), a análise da massa fresca e seca da parte aérea das mudas de rabanete permitem inferir qual substrato é melhor. Ainda, de acordo com os autores, a diferença entre a massa fresca e seca possibilita estabelecer a quantidade de água presente na muda de rabanete, ou seja, o melhor substrato será aquele que possibilitar às mudas maiores retenção de água, pois em condições de estresse, possivelmente estas mudas serão mais resistentes, além de fornecer quantidades superiores de nutrientes, vale ressaltar que o teor de massa seca mais elevada é indicativo de que a planta acumulou maior quantidade de nutrientes assim há tornando mais resistente.

Para o parâmetro analisado massa fresca da parte aérea (MFPA) houve diferença significativa entre os tratamentos a 5%, sendo que as mudas de rabanete produzidas nos tratamentos T2 e T3 diferiram dos demais tratamentos com maior produção de MFPA, portanto a concentração de glicerina bruta de 3,0 e 4,5% no processo de compostagem contribui para o melhor desenvolvimento e produção das mudas de rabanete.

Ao analisar o parâmetro massa fresca da parte aérea (MFPA) pode-se observar que houve diferença estatística nas mudas de tomate cultivadas nos tratamentos. No entanto, o substrato comercial não diferiu do tratamento T0, enquanto o tratamento T1 teve uma diferença significativa estatisticamente, com o C e T0. Os maiores valores de MFPA foram obtidos no T2 e T3, dando uma maior importância para o tratamento T2 que obteve uma produção de 0,45 g tendo o melhor desenvolvimento entre todos os tratamentos comparados.

A massa seca da parte aérea (MSPA), segundo Gomes e Paiva (2006), indica a rusticidade de uma muda, sendo que os maiores valores representam mudas mais desenvolvidas, tendo maior aproveitamento em ambientes não controlados.

A massa seca da parte aérea (MSPA) por sua vez, é uma importante característica de avaliação de desenvolvimento da planta, pois indica o desenvolvimento das mudas (CALDEIRA et al., 2008). Nos substratos avaliados não houve diferença estatística sobre a MSPA das mudas de pepino entre os tratamentos, sendo que as médias dos valores variaram entre 0,06 a 0,08 g.

Para as mudas de rabanete a massa seca da parte aérea (MSPA) houve diferença significativa entre os tratamentos conforme da tabela 4. Sendo que, o

tratamento comercial obteve a menor produção de MSPA (0,03 g) das mudas de rabanete, enquanto que, o T2 obteve a maior produção de MSPA (0,06 g).

A MSPA teve diferença estatística entre o substrato comercial e os tratamentos do substrato orgânico, no entanto, com exceção do T0. Os demais tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram diferença estatística significativa no qual o tratamento T2 desenvolveu a maior produção de MSPA com uma produção de 0,06 g. Devido à baixa concentração de N, P e K nos tratamentos comerciais e T0 limitaram o acúmulo de massa seca nas mudas de tomate (BRANDÃO, 2000; COSTA et al., 2013).

O diâmetro do coleto é um fator essencial para avaliação de mudas, pois o maior DC está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e, em especial, do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o plantio (DUARTE et al., 2015).

Nesse contexto, Souza et al.(2013) destacam que o equilíbrio entre diâmetro do colo e altura das mudas são importantes caracteres morfológicos para se estimar o melhor desenvolvimento das mudas após o plantio definitivo no campo. O DC das mudas de pepino não apresenta diferença significativa entre os tratamentos. O diâmetro do coleto e altura das mudas é importantes caracteres morfológicos que dependem do seu equilíbrio para se estimar o crescimento e desenvolvimento das mudas após o plantio definitivo no campo (SOUZA et al., 2013).

De acordo com Campos Euchida (2002) e Silva et al. (2012) o diâmetro do coleto é um bom indicador da qualidade da muda para a sobrevivência e desenvolvimento após o transplante para o local definitivo. O diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) das mudas estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DO DIÂMETRO DO COLETO E RAÍZ DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS

| DC (mm) | Cultura | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
|---------|----------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Pepino | 2,25 ^a | 2,47 ^a | 2,49 ^a | 2,44 ^a | 2,36 ^a |
| | Rabanete | 1,54 ^b | 1,65 ^{ab} | 1,63 ^b | 1,87 ^{ab} | 2,04 ^a |
| | Tomate | 1,23 ^c | 1,34 ^{bc} | 1,56 ^{abc} | 1,88 ^a | 1,68 ^{ab} |
| CR (cm) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 7,66 ^a | 7,15 ^a | 7,61 ^a | 7,82 ^a | 8,05 ^a |
| | Rabanete | 6,51 ^a | 6,21 ^a | 6,31 ^a | 6,82 ^a | 6,67 ^a |
| | Tomate | 7,67 ^a | 6,50 ^a | 7,43 ^a | 7,45 ^a | 6,94 ^a |
| MFR (g) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 0,28 ^a | 0,23 ^a | 0,28 ^a | 0,28 ^a | 0,35 ^a |
| | Rabanete | 0,12 ^a | 0,12 ^a | 0,11 ^a | 0,16 ^a | 0,19 ^a |
| | Tomate | 0,10 ^b | 0,12 ^b | 0,18 ^{ab} | 0,30 ^a | 0,26 ^a |
| MSR (g) | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 0,02 ^a | 0,02 ^a | 0,02 ^a | 0,02 ^a | 0,02 ^a |
| | Rabanete | 0,01 ^a | 0,01 ^a | 0,01 ^a | 0,01 ^a | 0,01 ^a |
| | Tomate | 0,01 ^{ab} | 0,01 ^b | 0,01 ^{ab} | 0,02 ^a | 0,01 ^{ab} |

Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente para o tratamento ($P < 0.05$).
 FONTE : O autor (2019).

Para a análise fitométrica do diâmetro do coleto das mudas de rabanetes houve diferença estatística entre os tratamentos C e T3. O substrato comercial resultou em um desenvolvimento do DC da muda de rabanete de 1,54 mm e para o tratamento T3 o DC da muda de rabanete teve um desenvolvimento de 2,04 mm. Portanto pode-se afirmar que a aplicação de 4,5% de glicerina bruta ao processo de compostagem de resíduos agroindustriais para a produção de substratos promoveu um melhor desenvolvimento das mudas de rabanete comparado com o substrato comercial.

Os resultados de DC das mudas de tomate apresentaram-se com diferença estatística. Os tratamentos com adição de GB ao processo de compostagem apresentaram-se com maior DC em relação ao T0 e ao C. Portanto, é possível inferir

que as plantas produzidas nos substratos orgânicos, principalmente, no tratamento T2 possivelmente terão maior índice de sobrevivência no momento do transplântio ao local definitivo comparando com o substrato comercial que a planta terá maior dificuldade de se adaptar ao campo após o transplântio.

A necessidade das plantas em absorver água e nutrientes para a sua sobrevivência e produção está relacionada à sua capacidade de desenvolver um extenso sistema radicular, crescendo em direção a um solo inexplorado (XAVIER et al., 2013). Na avaliação comprimento da raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos, portanto pode-se afirmar que a aplicação de glicerina bruta com a dosagem até 4,5% não interfere no desenvolvimento radicular das mudas de pepino, rabanete e tomate.

As raízes têm a função de fixar a planta no solo, absorver água e sais minerais necessários, transporte de seiva mineral e seiva orgânica pelo xilema e floema, respectivamente. As raízes são responsáveis por parte da respiração da planta e retirada do oxigênio do solo. A cada função desenvolvida pela raiz há uma região especializada (VANNUCCI e FERREIRA, 2006).

A massa fresca da raiz (MFR) das mudas de pepino e rabanete não houve diferença estatística entre eles, para as mudas de tomate apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. O substrato comercial foi o tratamento que obteve menor valor significativo junto com o T0, os demais tratamentos todos se diferiram entre eles. O tratamento T2 teve uma melhor produção de 0,30 g de MFR.

Ao avaliar o desenvolvimento de mudas, alguns autores, reconhecem o parâmetro massa seca de raízes (MSR) como uma das melhores características para se estimar a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo (GOMES et al., 2002; CALDEIRA et al., 2008b). A MSR das mudas de pepino e rabanete não houve diferença significativa entre eles. Para as mudas de tomate apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O T0 apresentou a menor MSR (0,01 g) sem diferir estatisticamente do C, T1 e T3. O T2 apresentou o maior valor de MSR (0,02 g) diferindo apenas do T0.

A produção de mudas de qualidade depende de muitos fatores, físicos, químicos e biológicos no qual se a composição dos substratos um fator de grande importância, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características do substrato (CALDEIRA et al., 2000, TAKANE et al., 2012). Sendo assim, como todos os parâmetros fitométricos das

mudas de pepino não apresentaram diferenças estatísticas se produzidos nos substratos orgânicos com adições de glicerina bruta ao processo de compostagem e produzidos no substrato comercial indicado para hortaliças, pode-se afirmar que a GB não afeta de forma negativa a qualidade das mudas de pepino.

A relação de APA/DC e MSPA/MSR estão apresentadas na tabela 6. A altura da parte aérea e diâmetro do coleto (APA/DC) é uma relação na qual demonstra o índice de equilíbrio de crescimento dessas duas propriedades morfológicas (DUARTE et al., 2015). A relação APA/DC para as mudas de pepino e rabanete e tomate não houve diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 6 - RELAÇÕES FITOMÉTRICAS DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS

| APA/DC | Cultura | Tratamentos | | | | |
|----------|----------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 4,74 ^a | 4,42 ^a | 4,87 ^a | 4,92 ^a | 4,99 ^a |
| | Rabanete | 2,53 ^a | 2,40 ^a | 2,61 ^a | 3,11 ^a | 2,55 ^a |
| | Tomate | 4,97 ^a | 4,96 ^a | 5,24 ^a | 5,46 ^a | 5,62 ^a |
| MSPA/MSR | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 3,26 ^b | 3,83 ^{ab} | 4,25 ^a | 4,44 ^a | 4,03 ^{ab} |
| | Rabanete | 2,89 ^a | 3,84 ^a | 3,47 ^a | 3,60 ^a | 3,85 ^a |
| | Tomate | 1,78 ^b | 2,64 ^{ab} | 3,17 ^a | 2,84 ^{ab} | 2,76 ^{ab} |

Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente para o tratamento ($P < 0.05$). APA/DC-Relação de altura da parte aérea com diâmetro do coleto; MSPA/MSR- Relação da massa seca da parte aérea com massa seca da raiz.

FONTE : O autor (2019).

A massa seca da parte aérea e raiz (MSPA/MSR) é uma relação de parâmetros para indicar a qualidade de mudas de pepino, rabanete e tomate em bandejas produzidas em substratos (FONSECA et al., 2002). Para MSPA/MSR as mudas de pepino cultivadas no substrato comercial apresentaram o menor valor da relação sendo de 3,26, no entanto, não foi diferente estatisticamente do tratamento T0 que obteve um resultado de 3,83 e do tratamento T3 que obteve um resultado de 4,03.

Os tratamentos que apresentaram os maiores valores para a relação foram o T1 e T2. A adubação orgânica segundo Sedyama et al. (2012) é uma fonte importante para o crescimento e desenvolvimento de plantas de pepino e ajuda o

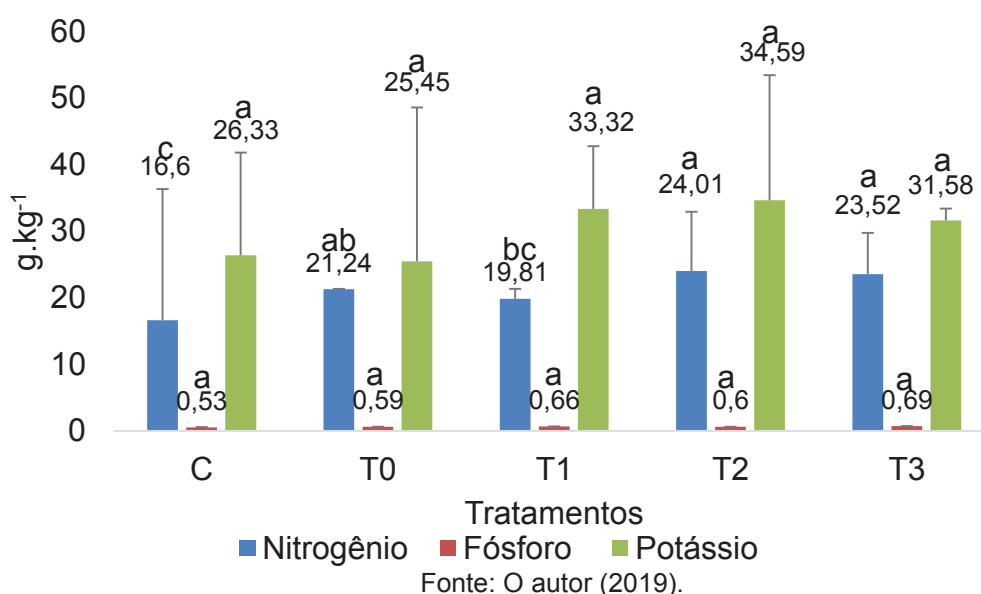
desenvolvimento de várias fases desde a germinação até a formação dos frutos. Outros materiais existentes nas propriedades rurais, como cama de aviário, podem ser utilizados, pois apresentam potencialidades de uso no auxílio do processo de produção de mudas de hortaliças (CESAR et al., 2007).

Para a relação de APA/DC e MSPA/MSR nas mudas de rabanete não houve diferença estatística entre os tratamentos. Dessa forma, o incremento de doses de GB ao processo de compostagem de resíduos agroindustriais não afetam de forma negativa as relações fitométricas na produção de mudas de rabanete.

No estudo da relação MSPA/MSR verificou-se que houve diferença estatística entre os tratamentos. Os tratamentos de mudas de tomate cultivadas no substrato comercial apresentaram o menor valor para a relação MSPA/MSR, no entanto difere-se apenas do T1.

O estado nutricional da planta é de extrema importância para seu desenvolvimento (MARTINS; VENTURA, 2011; RAMOS; PINHO, 2014). Na figura 5 é apresentado o gráfico das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio das mudas de pepino produzidas nos substratos orgânicos e o comercial.

FIGURA 5 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE PEPINO CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E O COMERCIAL.



O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas, sendo constituídas dos aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, clorofila, hormônios e dentre outras moléculas (SILVA et al., 2014). A pouca disponibilidade de N na fase de

formação das mudas reflete na diminuição do crescimento e desenvolvimento, e afeta o rendimento final das culturas (ZHANG et al., 2012). De acordo com a importância do nitrogênio no desenvolvimento da planta, pode-se ressaltar que o substrato comercial desenvolveu mudas de pepino com a menor concentração de nitrogênio na planta quando comparado aos tratamentos de substratos orgânicos na composição T0, T2 e T3, estatisticamente.

O fósforo (P) é um dos principais elementos para garantir a melhor produtividade das culturas, fazendo parte da ATP (adenosina tri-fosfato), sendo fonte de energia para a planta, a qual é convertida na garantia do seu potencial produtivo (DUARTE et al., 2016). O potássio tem várias funções no metabolismo vegetal, sendo o ativador enzimático durante o processo e fotossíntese, respiração e síntese de proteínas, e atuando na abertura dos estômatos (MELO et al., 2010). Para o fósforo e o potássio na análise nutricional das mudas de pepino cultivadas nos substratos alternativos e comercial, não houve diferença estatística para a absorção desses elementos.

Segundo Wendling, Guastala e Dedecek (2007), a facilidade de retirada do torrão é muito importante no momento do plantio das mudas, visto que determina a rapidez de preparação das mudas. Além do que, substratos difíceis de serem retirados podem ocasionar a desintegração do torrão dificultando o desenvolvimento da muda.

A qualidade do torrão em mudas é um fator importante para o correto desenvolvimento da muda no campo. Dessa forma, a avaliação da facilidade de retirada do torrão (FRT) da bandeja e a queda livre (QL) são parâmetros essenciais para constatar a qualidade do substrato em relação a agregação as raízes. A FRT e QL das mudas de pepino, rabanete e tomate estão apresentadas na Tabela 6.

TABELA 6 - QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE PEPINO, RABANETE E TOMATE EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

| FRT | Cultura | Tratamentos | | | | |
|-----|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 9,83 ^{ab} | 9,75 ^{ab} | 10,00 ^a | 9,00 ^b | 9,83 ^{ab} |
| | Rabanete | 9,33 ^a | 9,83 ^a | 9,58 ^a | 8,83 ^a | 9,33 ^a |

| | Tomate | 7,42 ^b | 9,33 ^{ab} | 9,17 ^{ab} | 9,92 ^a | 10,00 ^a |
|----|----------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| QL | | C | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | Pepino | 9,50 ^a | 9,42 ^a | 9,83 ^a | 8,58 ^a | 9,58 ^a |
| | Rabanete | 8,33 ^a | 9,58 ^a | 9,67 ^a | 9,00 ^a | 9,42 ^a |
| | Tomate | 6,17 ^b | 7,91 ^{ab} | 9,25 ^a | 9,92 ^a | 10,00 ^a |

Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente para o tratamento ($P < 0.05$). FRT- Facilidade de retirada do torrão da bandeja; QL- Queda livre.
 FONTE: O autor (2019).

A FRT dos tratamentos analisados apresentou diferença estatística entre os tratamentos T1 e T2 para as mudas de pepino. No entanto, todas as mudas de pepino produzidas nos substratos orgânicos alternativos apresentaram-se sem diferença das mudas produzidas com substrato comercial. Para as mudas de rabanete não houve diferença significativa entre os tratamentos.

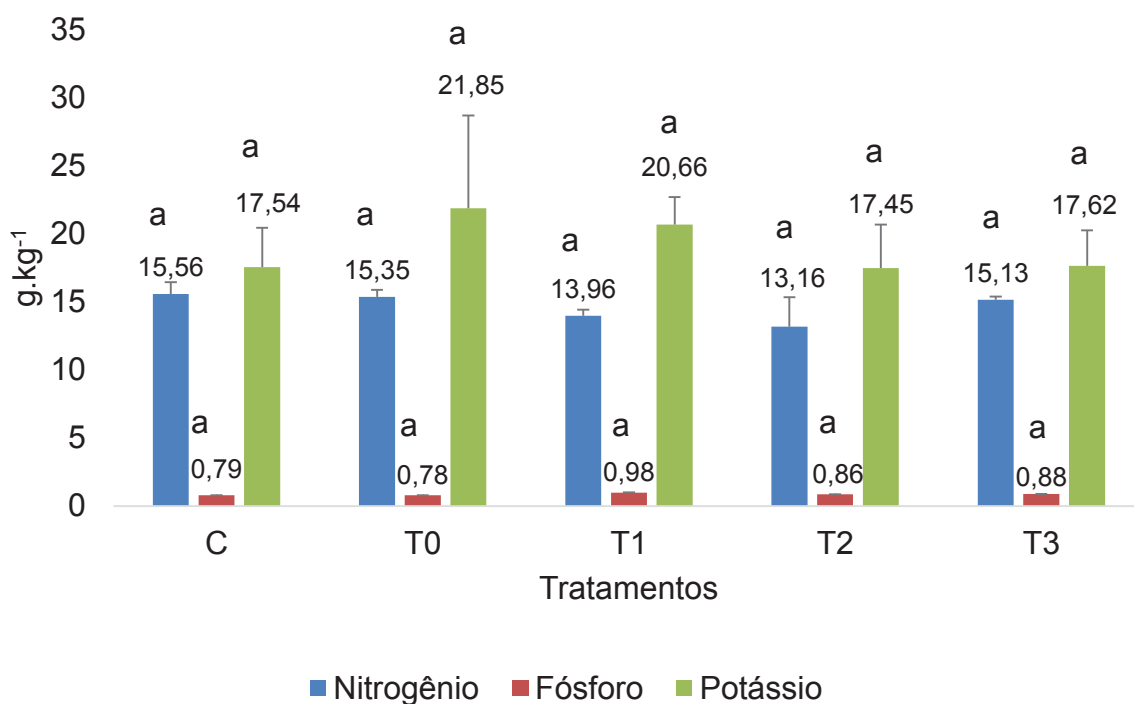
Nas avaliações de facilidade de retirada do torrão das mudas de tomate produzidas observou-se que o substrato comercial diferiu estatisticamente do T2 e T3. O substrato comercial apresentou diferença estatística na nota inferior que os demais tratamentos resultando em uma maior dificuldade de retirada do torrão.

Para a avaliação realizada da QL não houve diferença estatística entre os tratamentos para as mudas de pepino e rabanete, os valores obtiveram uma variação de nota mínima de 8,33 para o tratamento T0 e máxima de 9,83 para o tratamento T3 das mudas de pepino. Pode-se afirmar de acordo com a análise estatística a quantidade adicionada de glicerina bruta no processo de compostagem não afetou a avaliação da QL das mudas de pepino e rabanete, garantindo um torrão com resistência a queda devido ao enovelamento das raízes aos substratos.

As avaliações de queda livre para as mudas de tomate o substrato comercial e o tratamento T0 apresentaram-se sem diferença estatística com as menores notas. Portanto, os tratamentos que foram acrescentados glicerina bruta ao processo de compostagem apresentaram resultados satisfatório comparado com os substratos sem a adição de glicerina bruta.

Na figura 6 é apresentado o gráfico das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio das mudas de pepino produzidas nos substratos orgânico e o comercial.

FIGURA 6 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE RABANETE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E COMERCIAL.

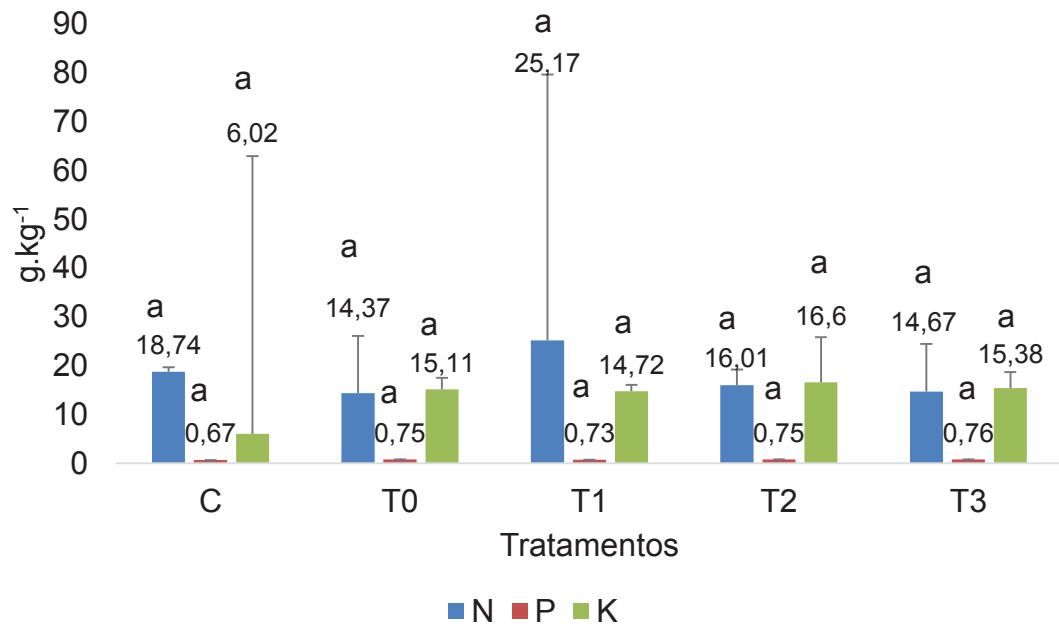


Fonte: O autor (2019).

Devida a necessidade do diagnóstico da nutrição das mudas de rabanete, a avaliação de NPK é de suma importância. Nas mudas de rabanete cultivadas tanto no substrato comercial como nos substratos orgânicos alternativos não houve diferença estatística entre os tratamentos.

O substrato é responsável pelo suporte físico e nutricional das plantas, influenciando no sistema radicular, aporte de água, nutrientes e oxigênio, transporte de carbono, e demais necessidades das plantas (TESSARO et al., 2013). Os resíduos gerados nas propriedades rurais podem ser utilizados como substratos orgânicos assim ocasionando a redução de uso de insumos químicos. A utilização de substratos orgânicos é uma alternativa viável e mais sustentável além de fornecer NPK para as plantas (COSTA et al., 2014). Os resultados de determinação nitrogênio, fósforo e potássio para as mudas de tomate cultivadas nos substratos orgânicos e comercial estão apresentados na Figura 7.

FIGURA 7 - NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DAS MUDAS DE TOMATE CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS E COMERCIAL.



Fonte: O autor (2019).

Na avaliação do estado nutricional das mudas de tomate para os elementos NPK, as mudas cultivadas nos substratos orgânico e comercial não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

5 CONCLUSÃO

As doses de glicerina bruta incorporadas aos resíduos da cadeia de aves de corte não influenciam nos parâmetros fitométricos das mudas de pepino. A adição de 3,5% de GB ao processo de compostagem reflete negativamente na facilidade de retirada do torrão da bandeja.

Para as mudas de rabanete a adição de doses de 3,0 e 4,5% de glicerina bruta na composição dos substratos orgânicos alternativos reflete positivamente na altura da parte aérea, massa fresca da parte aérea e raiz. No entanto, a adição de GB não influencia a qualidade da formação do torrão das mudas de rabanete.

De modo geral, nos parâmetros de qualidade do torrão e das mudas de tomate a adição de doses de GB ao processo de compostagem confere maior qualidade para as mudas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V.Y.; OLIVEIRA, H.R.; LEAL, J.E.C. Biodiesel no Brasil em Três Hiatos: **Selo Combustível Social, Empresas e Leilões**. 2005 a 2012. Tradução. Málaga: eumed.net. Universidad de Málaga, 2016. p.213.
- ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual de atividades 2015**. São Paulo, 2015.
- ABPA. Associação Brasileira Proteína Animal. Mercado Mundial. **Relatório Anual de atividades 2014**. Paraná, 2015.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2016**.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS/ANP. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. 236p. Rio de Janeiro - RJ, 2015.
- ANTONIO ALBURQUERQUE, J. et al. Enhanced wheat yield by biochar addition under different mineral fertilization levels. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, n. 3, p. 475-484, Jul 2013. ISSN 1774-0746.
- ANTUNES, G.; FERREIRA, A.P.S.; PUIATTI, M.; CECON, P.R.; SILVA, G.C.C. Produtividade e qualidade de frutos de pepino africano em resposta à adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n.1, p. 141-146, 2014.
- APOLINARIO, F. D. B.; PEREIRA, G. F.; FERREIRA, J. P. Biodiesel e alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. Bolsista de Valor: **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 2, n. 1, p. 141-146, 2012.
- ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. **Resíduos de incubatório: disposição e aproveitamento**. 2008.
- ALVES, R. C.; FERREIRA NETO, M.; NASCIMENTO, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. S. F.; CAVALCANTE, J. S. J.; OLIVEIRA, F. A. Reutilização de água residual na produção de mudas de tomate. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.8, n.4, p.77-81, 2012.
- AZEVEDO, M.A. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos teóricos e operacionais**. Viçosa: UFV, 1997. 44p.
- BARRENA, R; FONT, X; GABARRELL, X; SÁNCHEZ, A. **Home composting versus industrial composting: Influence of composting system on compost quality with focus on compost stability**. *Waste Management* 34 1109–1116. 2014
- BARROS, P. C. S.; COSTA, A. R.; SILVA, P. C.; COSTA, R. A. Torta de filtro como biofertilizante para produção de mudas de tomate industrial em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.9, n.1, p. 265-270, 2014.

Batista, J. G., Batista E. R. 2007. Compostagem. Utilização de compostos em horticultura. Universidade dos Açores. Angra do heroísmo. 252 pp.

BERNAL, M. P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, R. Manure compostin gand chemical criteria for compost maturity assessment: a review. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5444-5453, 2009.

BERNARDI, F. H. **Compostagem de resíduos agroindustriais: Incubatório**. 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, 2011.

BERNOUX, M. et al. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 26, n. 1, p. 1-8, Jan. 2006.

BEZERRA, F.C.; FERREIRA, F.V.M.; SILVA, T.D.C. et al. Utilização de resíduos orgânicos como substrato para a produção hidropônica de mudas de alface. In: Embrapa Agroindústria Tropical-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 1., 2009, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

BEZERRA NETO, E.; SANTOS, R.L.D.; PESSOA, P.M.D.A. et al. Tratamento de espuma fenólica para produção de mudas de alface. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, 2010.

BRANDELLI, A.; SALA, L.; KALIL, S. J. Microbial enzymes for bioconversion of poultry wastein to added-value products. **Food Research International**. v. 73, p. 3-12, 2015.

BRITO, A. D.; SUGASTI, J.; NASCIMENTO, L. M. de.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. Influência do pó de café coado na respiração microbiana do solo e sua utilização como substrato. **Acta Tecnológica**, v. 5, p. 69-83, 2010.

BRITO, A.D. de. **Características químicas de resíduo de café (borra) e seu efeito em cafeeiro orgânico adensado e em plântulas de cafeeiro e tomateiro**. 2013. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BRUNI, Vinicio Costa. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. 114f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CABRAL, M.B.G.; SANTOS, G.A.; SANCHEZ, S.B. et al. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface utilizados no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.43-48, 2011.

Caldeira MVW, Rosa GN, Fenilli TAB, Harbs RMP. **Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria* 2008; 9(1): 27-33.**

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas: perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 1, n. 2, p.181-195, 2007.

CAMARGO, R.; PIRES, S.C.; MALDONADO, A.C; CARVALHO, H.P.; COSTA, T.R. Avaliação de substratos para a produção de mudas de Pinhão-Manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica**, Chapadinha, v.5, n.1, p.31-38, 2011.

CARVALHO, S. M. M.; BARROS, M. R. B.; BASTOS, F. J. F. **Resíduos na produção de frangos de corte: incubatório.** III Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais, São Pedro – SP, 2013.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolohiumamazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CESAR, M. N. Z.; de PAULA, P. D.; POLIDORO, J. C.; RIBEIRO, R. D. L. D.; PADOVAN, M. P. Efeito estimulante da urina de vaca sobre o crescimento de mudas de pepino, cultivadas sob manejo orgânico. **Ensaio e ci., Campo Grande**, v. 11, n. 1, p. 67-71, 2007.

COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; CRUZ, M.A.; CARVALHO, D.U.; ROBERTO, S.R.; FARIA, R.T. Acclimatization and growth of ornamental pineapple seedling under organic substrates. *Ornamental Horticulture*, vol.23(3), pp.257-262, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, v. 4, Safra 2017, n.4, Quarto levantamento, Brasília: Conab, 2017. p. 1- 84.

COSTA, R. S. C. et al. **Uso da casca de café para aumento da produtividade**, controle de plantas daninhas e fornecimento de nutrientes para cafezal em Rondônia, 2003.

COSTA, A.S.V. da et al. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. **Geonomos**, v.18, n.1, 2010.

COSTA, E.; DURANTE, L.G.Y.; NAGEL, P.L.; FERREIRA, C.R.; SANTOS, A. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, 2011.

Day, M., Shaw, K. 2005. Processos Biológicos, químicos, físicos del compostaje. In: Stollella, P. & Kahn, B. (eds.), **Utización de composten sistemas de cultivo hortícola. Ediciones Mundi-Prensa**. pp. 17-50.

DEBIK, E.; MANAV, N. Sequence Optimization in a sequencing batch reactor for biological nutrient removal from domestic wastewater. *Bioprocess Biosystem Engineering*, 33 (05): 533-540, 2009.

DIAZ, L.F.; SAVAGE, G.M.; GOLUEKE, C.G. **Resource Recovery from Municipal Solid Wastes**. Final Processing. v.2. Boca Raton: CRC Press, 1982.

DIAZ, R.A; OTOMA, S. **Effect of informal recycling on waste collection and transportation: the case of Chiclayo city in Peru**. *J Mater Cycles Waste Manage*. V. 14, p. 342. Japão, 2012.

DONKIN, S.S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRISTATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2007, Ohio. **Proceedings...** Ohio, p. 97-103, 2007.

DUARTE, M.L.; PAIVA, H.N.; ALVES, M.O.; FREITAS, A.F.; MAIA, F.F.; GOULART, L.M.L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*platymenia folíolo sabenth.*) Em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 221-229, jan.-mar., 2015.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J., CASSARO, L. H.; BREURE, M. F.; PROCHERA, D. L., BISERRA, T. T.; Capim-piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. **Investigação**, ed 15, n. 4, 2016.

DULTRA, E.J.V. **Incorporação de cinzas de casca de café na produção de placas cerâmicas para revestimento**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

DURÁN, C.A.A. et al. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.1, p.107-134, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular Economy: Opportunities for the consumer goods sector. p. 1–112, 2013a.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, p. 627, 2009.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v.46, n.2, p.488-495, 2012.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica - Embrapa Uva e Vinho, 2005. 221p.

FAN, L.; PANDEY, A.; MOHAN, R. SOCCOL, C.R. Use of various Coffee industry residues for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* in solidstate fermentation. **Engineering in Life Sciences**, v.20, n.1, p.41-52, 2000.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DERLAMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, 2016.

FELLET, G.; MARMIROLI, M.; MARCHIOL, L. Elements uptake by metal accumulator species grown on mine tailings amended with three types of biochar. **Science of the Total Environment**, v. 468, p. 598-608, 2014.

FERMINO, M.H.; KAMPF, A.N. Uso do solo bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.9, n.1-2, p.33-41, 2003.

FERNANDES, A. L. T. et al. Redução da adubação mineral do cafeeiro com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 324-336, 2013.

FERNANDES, J.M.B.; MELO, D.R.M.de; GOMES, M.V.; SOUSA, T.P.de; SILVA, E.B. da; LINHARES, P.C.F. Desempenho do rabanete sob diferentes quantidades e períodos de incorporação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.) ao solo. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações**, v.12, n.2, p.921-930, 2014.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F. BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 209-214, 2005.

FEHMBERGER, C. Resíduos da cadeia de aves de corte e glicerina bruta: produção de substratos orgânicos alternativos. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná – UFPR.

FIA, R. et al. Tratamento das águas do processamento dos frutos do cafeeiro em filtro anaeróbio seguido por sistema alagado construído: I - remoção de matéria orgânica. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.1191-1202, 2010.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *trema micranta*(L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, p.515-523, 2002.

FREITAS, G.A.; BARROS, H.B.; SANTOS, M.M.; NASCIMENTO, I.R.; COSTA, J.L.; SILVA, R.R. Production of lettuce seedlings under different substrates and proportions of rice hulls. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.4, p.260-268. 2013.

FURLAN, F. et al. Substratos alternativos para produção de mudas de couve folha em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1686 – 1689.

GIEHL, A. L. **Carne de Frango**. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2015 - 2016, Florianópolis, p. 111-121, 2016

GLATZ, P.; MIAO, Z.; RODDA, B. Handling and treatment of poultry hatchery waste: a review. **Sustainability**. v. 3, p. 216-237, 2011.

GOMES, W.R. da; PACHECO, E. **Composto orgânico**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. 11p. (Boletim Técnico, 11).

Gray, K. R., Sherman, K., Biddlestone, A. J. 1971. **A Review of Composting**, Part 1 - The practical process. *Process Biochemistry*.

HAHN, Leandro et al. Persistência de patógenos e do antibiótico salinomina em pilhas de compostagem de cama de aviário. **Arquivos de zootecnia**. 2012, vol.61, n.234, pp. 279-285.

HAMODA, M.F.; ABU-QDAIS, H.A.; NEWHAM, J. Evaluation of municipal solidwaste composting kinetics. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v.23, n.4, p.209-223, 1998.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem**: ciência prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 154p

INÁCIO, C. T.; TEIXEIRA, C.; PROCÓPIO, A. S. MILLER, P. R. M. **Dinâmica de O₂, CO₂ e CH₄ em Leiras Estáticas de Compostagem**. Embrapa Solos. Série documentos. Nº143. 19p. 2012

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Disponível em: Acesso em: 30 maio. 2018.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000a

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.) **Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000b. p.139-146

KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A. M.; O'DWYER, T. F.; SUTTON, D.; LEAHY, M. J. Advances in poultry disposal technology a review. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 27-36, 2002.

KIEHL, C.J. **Produção de composto orgânico e vermicomposto**. Informe Agropecuário, v.22, n.212, p.40-42, 47-52, Belo Horizonte, 2001.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 4. ed. Piracicaba: E.J. Kiehl, 2004. 173p.

KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto, 4ª ed., De Gaspari: Piracicaba, 2004.

KIEHL, Edmar José; **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agronômica "CERES" LTDA. 248 p. São Paulo, SP, 2010.

KIEHL, E. J. **Novos fertilizantes orgânicos**. 1 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2010. 238p.

KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, Porto Alegre, v.18, n.2, p. 111-119, 2012.

KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

LABEGALINI, A. **Obtenção de biochar a partir de pirólise rápida da torta de pinhão manso: como uso adsorvente e suporte**. 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Área de Química Ambiental. 2013.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9. Brasília 2010.

LANA, M. C.; FEY, R.; FRANCOLOSO, J.F.; RICHART, A.; FONTANIVA, S. Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratório. Cascavel: Ed unioeste, 2010. 130 p.

Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing médium. *Acta Horticulturae* **396**: 273-284

LEONETI, A. B.; LEONETI, V. A.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Brazil: Alternatives for the use of unrefined glycerol. **Renewable Energy**, v. 45, p. 138-145, 2012.

LIRA, J. L. C. B. **Produtividade, índice de equivalência de área e incidência de espontâneas em cultivo consorciado de alface**. Brasília: Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013. 31 p.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. Fundamentos da química do solo. Rio de Janeiro, 2 ed., 182p, 2002.

LUQUI, L. L.; COSTA, E.; ALVES, A. C.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Mudas de cultivares de pepineiro em diferentes substratos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2015.

LUZ, J.M.Q. et al. Produtividade de cultivares de alface em função de mudas produzidas em diferentes substratos comerciais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.20, n.1, p. 61-65, jan./apr. 2004.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brasil e Rússia vão intensificar comércio com prelisting de produtos de origem animal**.

MARQUES, P. A. A. et al. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.

MARTINS, A. G.; VENTURA, J. A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi „Gold“ (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1367-1376, jul./ago. 2011.

MARTÍNEZ-BLANCO, J.; CÓLON, J.; XAVIER, G.; XAVIER, F.; SÁNCHEZ, A.; ARTOLA, A.; RIERADEVALL, J. The use of life cycle assessment for the comparison of biowaste composting at home and full scale. **Waste Management**, v. 30, p. 983-994, 2010.

MATOS, A.T. de et al. Tratamento de água para reuso no descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**, v.15, n.2, p.173-178, 2007.

MATOS, M. J. L. F.; LANA, M. M.; SANTOS, F. F.; MELLO, M. F.; TAVARES, S. A. **Hortaliça: como comprar, conservar e consumir - Rabanete**. 2. ed.

MEDEIROS, D.C.; AZEVEDO, C.M.S.B.; MARQUES, L.F.; SOUSA, R.A.; OLIVEIRA, C.J. Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluente de piscicultura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.8 n.2, p. 170-175, 2013.

MELO, A. S. de; FERNANDES, P. O.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M.; Crescimento, produção de biomassa e eficiência fotossintética da bananeira sob fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agrônômica**, ed. 41: 417-426p, 2010.

Miner, J.A. 1994. Substratos: propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 172 pp.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L. D.; COSTA, F. G. P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecia**. v. 34, p. 1217-1224, 2005.

OGAWA, M.; OKIMORI, Y.; TAKAHASHI, F. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 11, n. 2, p. 421–436, 2006.

ORRICO JUNIOR. M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR J. L. **Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves**. Engenharia Agrícola, v.30, n.3, p.538-545, 2010.

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plásticos com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PEREIRA-NETO, T. J. **Manual de compostagem, processo de baixo custo**, Editora UFV, Universidade de Viçosa Minas Gerais. Segunda edição, 2010.

PINTO, L. A. M.; PINTO, M. M.; BOVO, J.; MATEUS, G. A. P.; TAVRES, F. O.; BAPTISTA, A. T. A.; HIRATA, A. K.; **Environmental aspects of slaughtering poultry: a review**. Vol.22, n.3, pp.44-50 (Abr - Jun 2015).

POLETO, C (org). **Introdução ao Gerenciamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

RATTAN, S.; PARANDE, A.K.; NAGARAJU, V. D.A comprehensive review on utilization of waste water from coffee processing. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n.9, p.6461-6472, 2015.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.483-488, 2010.

ROLL, A.P.; ROLL, V. F. B. Aspectos relacionados com a utilização da cama. In: DAI PRÁ, M. A.; ROLL, V. F. B. (Org.). **Cama de aviário: utilização, reutilização e destino**. I. ed. Porto Alegre: Editora Manas/ Evangraf. 2012.

SANTOS, F.A.; QUEIRÓZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; FERNANDES, S.A.; GUIMARÃES, V.M.; REZENDE, S.T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. *Química Nova*, Vol. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012

SBIZZARO, M.; BOSCO, T. C. D.; PRATES, K. V. M. C.; PRESUMIDO, P. H.; PINTO, A. A. S.; SOUZA, A. V. D.. Tratamento de dejetos ovinos, bovinos e palha-de-açúcar via vermi compostagem. In: Tatiane Cristina Dal Bosco. (Org.). **Compostagem e Vermi compostagem de Resíduos Sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**. 1ed.São Paulo: Blucher, 2017, v., p. 1-266.

SCHOENHALS, M. **Avaliação da eficiência do processo de flotação aplicado ao tratamento primário de efluentes de abatedouro avícola**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SCHOENHALS, Marlise; FIORI, Marciane Gorete Silvestro; FOLLADOR, Franciele Aní Caovilla. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p.178-191, set/dez 2008.

SEDIYAMA, N. A. M.; SANTOS, C. I. dos.; LIMA, C. P. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 829-837, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N.; NASCIMENTO, J. L. M.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; CARVALHO, I. P. L. Produção de pepino tipo japonês em ambiente protegido em

função de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2, 2012.

SILVA, A. F. A. da; SOUZA, Ê. G. F.; SANTOS, M. G. dos; BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M. da. Rentabilidade do rabanete adubado com flor-de-seda em duas épocas de cultivo no semiárido de Pernambuco. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.58, n.2, p.198-207, 2015.

SILVA, C. P. da; GARCIA, K. G. V.; TOSTA, M. S. da; CUNHA, C. S. M.; NASCIMENTO, C. D. V. do; Adubação nitrogenada no crescimento inicial de mudas de jaqueira. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 174 -180, 2014.

SILVA, I. R. da; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.) **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. v. 1, cap. 6, p. 276-374.

SILVA JÚNIOR, J.V.; BECKMANN, M.Z.; SILVA, L.P. BRITO, L.P.S.; AVELINO, R.C.; CAVALCANTE, I.H.L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n.3, p.528-536, 2014.

Silveira, E. B.; Gomes, A. M. A.; Mariano, R. L. R.; Silva Neto, E. B. Bacterização de sementes e desenvolvimento de mudas de pepino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 217-221, 2004.

SOARES, L.A.A.; SOUSA, J.R.M.; BRITO, M.E.B.; SÁ, F.V.S.; SILVA, E.C.B. Qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido sob diferentes lâminas de irrigação nas fases fenológicas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.4, p.113-117, 2012.

SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G.; SILVA, E. F. Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 902-907, 2013.

SOUZA, R. J; FERREIRA, A. A. Produção de mudas de hortaliças em bandejas: economia de sementes e defensivos. **A lavoura**, v. 623, p. 19-21. 1997.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 722 p. 2013

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**.5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V de.; KAMPF,A.N. Técnicas de preparo de substratos para aplicação em Horticultura (Olericultura e Fruticultura).Brasília – DF, LK editora,100 p, 2 ed., 2012.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y.; HODGKISS, I.J. *Salmonella* elimination during composting of spent pig litter. **Bioresource Technology**, Essex, v.63, p.193-196, 1998a.

TONETO, Rudinei. Júnior; SAIANI, Carlos César. Santejo; DOURADO, Juscelino; **Resíduos Sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da Lei Federal nº 12.305 (LEI DE RESÍDUOS SÓLIDOS)**. 1ªEd.Barueri, SP. Editora Manole, 2014.

TONG, H.; HU, M.; LI, F.B.; LIU, C.S.; CHEN, M.J. Biochar enhances the microbial and chemical transformation of pentachlorophenol in paddy soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.70, p.142-150, 2014.

TROMBIN, D.F.; VIANA, E.; RÉUS, G. Z.; BALLMANN, C. **A relação C/N dos resíduos sólidos orgânicos do bairro universitário da cidade de Criciúma – SC**. In: XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre/RS, 2005.

UMPERRE, A. P.; MACHADO, F. Gliceroquímica e Valorização do Glicerol. **Revista Virtual de Química**, v. 5, p. 106-116, 2013.

UNFRIED, L. C.; YOSHI, C.V.H. **Sustentabilidade No Abate E Processamento De Aves**. FACESI EM REVISTA Ano 4 – Volume 4, edição especial - ISSN 2177-6636, 2012.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D.S.; BRUM JR, B.S.; CABRERA, B.R.; MORAES, P.O.; LOPES, D.C.N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.59-85, 2009

VARTAPETYAN, R. S.; VOLOSHCHUK, A. M. Adsorption mechanism of water molecules on carbon adsorbents. **Uspekhi Khimii**, v. 64, n. 11, p. 1055-1072, 1995

VENCE, L.B. Disponibilidad de agua-aireensustratos para plantas. **Ciencia del Suelo**, v.26, p.105-114, 2008.

VERDONCK, O. Barck compost a new accepted growing medium for plants. **Acta Horti.**, Wageningen, v. 133, p. 221-227, 1983. WALDEMAR, C.C.

VENTURIM, J.B. **Gestão de resíduos orgânicos produzidos no meio rural: o caso do beneficiamento do café**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

WANG, Y.; HUANG, G., JHANG, A.; HAN, A.; GE, J. Estimating thermal balance during composting of swine manure and wheat straw; A simulation method. **International Journal of heat and mass transfer**. China agricultural university, college of Engineering. PR China. 2014.

YANG, F.; HANNA, M. A.; SUN, R. Value-added uses for crude glycerol a byproduct of biodiesel production. **Biotechnology for Biofuels**. v. 5, p. 13-22, 2012.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - Princípios e técnicas**. 2ª.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; 2013. 280p.

ZHANG, H. J.; DONG, H. Z.; LI, W. J.; ZHANG, D. M. Effects of soil salinity and plant density on yield and leaf senescence of field-grown cotton. **Journal of Agronomy**, Crop Science, v. 198, n. 1, p. 27-37, 2012.

ZHAO, X. et al. Properties comparison of biochars from corn straw with different pretreatment and sorption behaviour of atrazine. **Bioresource Technology**, v. 147, p. 338-344, Nov 2013. ISSN 0960-8524; 1873-2976.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; FERNANDES JUNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. *Bragantia* (São Paulo, SP. Eletrônico), p. 00-00, 2014.