

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATÁLIA LUCYK CALORY



PRODUÇÃO DE MUDAS DE REPOLHO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS
PROVENIENTES DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

PALOTINA

2019

NATÁLIA LUCYK CALORY

PRODUÇÃO DE MUDAS DE REPOLHO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS
PROVENIENTES DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia, no Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Joel Gustavo Teleken
Coorientadora: Dra. Francielly Torres dos Santos

PALOTINA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C165 Calory, Natália Lucyk
Produção de mudas de repolho em substratos orgânicos provenientes da compostagem de resíduos agroindustriais / Rosane Lopes Ferreira – Palotina, 2019.
46f.

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

1. Glicerina bruta. 2. Torrão. 3. Análises fitométricas. 4. Compostos fenólicos. I. Teleken, Joel Gustavo. II. Santos, Francielly Torres dos. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 606



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIOTECNOLOGIA -
40001016083P6

TERMO DE APROVAÇÃO

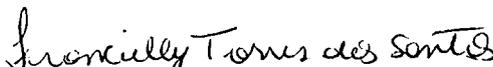
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em BIOTECNOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **NATALIA LUCYK CALORY** intitulada: **PRODUÇÃO DE MUDAS DE REPOLHO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**, sob orientação do Prof. Dr. JOEL GUSTAVO TELEKEN, que após terem inquirido a aluna 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.



JOEL GUSTAVO TELEKEN

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



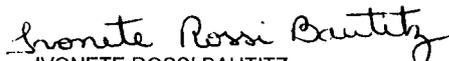
FRANCIELLY TORRES DOS SANTOS

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



FERNANDA CRISTINA ARAUJO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ)



IVONETE ROSSI BAUTITZ

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

DEDICO

A minha família que sempre esteve ao meu lado.

Ao meu filho Jorge.

A meu esposo Djonathas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em todos os momentos iluminou os meus passos.

Obrigada Senhor.

À minha família...

Aos meus pais que são os maiores exemplos de honestidade, humildade, força e dedicação.

Ao meu esposo que sempre me apoiou e me encorajou para continuar.

Ao meu filho Jorge por estar sempre sorrindo, me dando forças para seguir em frente.

Obrigada, amo vocês.

À todos os meus colegas do programa que sempre foram unidos, ajudando uns aos outros.

Ao meu orientador, Joel Teleken e coorientadora Francielly Torres dos Santos, pelos ensinamentos, dedicação, ajuda e apoio no desenvolvimento deste trabalho e principalmente pelas orientações que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Obrigada por tudo que fizeram por mim.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

Com a expressiva produção de resíduos agroindustriais no Brasil, busca-se por alternativas sustentáveis, por razões econômicas e ambientais. A estabilização desses resíduos se torna necessária para a reutilização, e a compostagem é a técnica mais indicada, dando origem à compostos orgânicos. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar substratos orgânicos da compostagem de resíduos da cadeia avícola associado a glicerina bruta na produção de mudas de repolho. Os substratos utilizados nestes experimentos são provenientes de resíduos orgânicos de uma agroindústria de abate de aves tais como, resíduos de incubatório, cama de frango, lodo de flotador, poda de árvores, bagaço de cana e o carvão remanescente de caldeira com adição de glicerina bruta (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%). As mudas foram cultivadas em bandejas de poliestireno expandido em viveiro e irrigadas manualmente. O experimento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. As avaliações químicas nos substratos foram nitrogênio orgânico total, fósforo, potássio, pH e condutividade elétrica. As avaliações físicas foram de capacidade de retenção de água, determinação de volume e poros dos sólidos, densidade, granulometria. Nas mudas de repolho os parâmetros avaliados foram as análises fitométricas: número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total, relação APA/DC e MSPA/MSR, índice de qualidade de Dickson, o teor de nitrogênio e compostos fenólicos. Na avaliação do torrão das mudas realizou-se as análises de facilidade de retirada da bandeja e a queda livre. A adição de glicerina bruta no processo de compostagem favorece a qualidade do substrato. Apenas as mudas provenientes do tratamento com 6,0% de GB se enquadram dentro da faixa indicada de Nitrogênio na diagnose foliar. As mudas produzidas em todos os tratamentos apresentam valores abaixo do ideal para fósforo e supre a necessidade de potássio apenas o tratamento com adição de 4,5% de GB ao processo. Os substratos orgânicos alternativos não influenciam na concentração de compostos fenólicos produzidos pelas mudas de repolho.

Palavras-Chave: Glicerina bruta, torrão, análises fitométricas, compostos fenólicos.

ABSTRACT

With the significant production of agro-industrial waste in Brazil, we seek sustainable alternatives for economic and environmental reasons. The stabilization of these residues becomes necessary for reuse, and composting is the most appropriate technique, giving rise to organic compounds. Given the above, the objective of this work was to evaluate organic substrates of composting residues from the poultry chain associated with crude glycerin in the production of cabbage seedlings. The substrates used in these experiments come from organic waste from a poultry slaughtering industry such as hatchery waste, chicken litter, float sludge, tree pruning, sugarcane bagasse and the remaining boiler coal with of crude glycerin (0.0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0%). The seedlings were grown in a nursery expanded polystyrene tray and manually irrigated. The experiment was completely randomized with five treatments and four repetitions. The chemical evaluations on the substrates were total organic nitrogen, phosphorus, potassium, pH and electrical conductivity. Physical evaluations were of water retention capacity, solids volume and pore determination, density, granulometry. In the cabbage seedlings the parameters evaluated were photometric analysis: leaf number, shoot height, collet diameter, shoot fresh mass, root fresh mass, dry mass of shoot, root dry mass, total dry mass, APA / DC and MSPA / MSR ratio, Dickson quality index, and nitrogen and phenolic compounds content. In the evaluation of the seedling clod, the ease of tray removal and free fall analyzes were performed. The addition of crude glycerin in the composting process favors substrate quality. Only seedlings from 6.0% GB treatment fall within the indicated Nitrogen range for leaf diagnosis. The seedlings produced in all treatments have values below the ideal for phosphorus and only meet the need for potassium treatment with addition of 4.5% GB to the process. Alternative organic substrates do not influence the concentration of phenolic compounds produced by cabbage seedlings.

Key-words: Crude glycerin, clod, phytometric analyzes, phenolic compounds.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- BANDEJA CONTENDO OS CINCO TRATAMENTOS.....	24
FIGURA 2- MEDIÇÃO DA ALTURA DA PARTE AÉREA, COMPRIMENTO DA RAIZ E DIÂMETRO DO COLETO.....	26
FIGURA 3 - NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE EUCALYPTUS BENTHAMII AOS SUBSTRATOS.....	28
FIGURA 4- BIPLLOT DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS MUDAS DE REPOLHO PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIAS DE COMPOSTAGEM E RELAÇÃO C/N DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	23
TABELA 2 - ANÁLISES QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	23
TABELA 3 - ANÁLISES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS...	24
TABELA 4 - DETERMINAÇÕES QUÍMICAS EFETUADAS NAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	27
TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS.....	30
TABELA 6 - GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS....	32
TABELA 7 - QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE REPOLHO..	33
TABELA 8 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	34
TABELA 9 - AVALIAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E COMPOSTOS FENÓLICOS NAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	35
TABELA 10 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 SUBSTRATOS ORGÂNICOS.....	13
2.2 CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	16
2.2.1 Características físicas dos substratos.....	17
2.2.2 Características químicas dos substratos.....	18
2.3 UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	18
2.3.1 Cultivo de mudas em bandejas.....	19
2.3.2 Cultura teste: Repolho.....	19
2.3.3 Informações comerciais da cultura.....	20
2.3.4 Necessidades nutricionais da cultura.....	20
2.3.5 Compostos fenólicos.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 ORIGEM DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	22
3.2 OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS.....	23
3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	24
3.4 PARÂMETROS ANALISADOS NO DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS DE REPOLHO.....	25
3.4.1 Avaliações Fitométricas.....	25
3.4.2 Índice de Qualidade de Dickson.....	26
3.4.3 Determinações Químicas.....	26
3.4.4 Qualidade de formação do torrão.....	27
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 QUALIDADE DO TORRÃO.....	30
4.2 QUALIDADE DA MUDA.....	33
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

Quando começou a comercialização de mudas de hortaliças, elas eram produzidas em canteiros resultando em alto custo com mão de obra, ficando vulneráveis à ação do clima (chuva, vento, sol, altas temperaturas, geadas). Além disso as mudas eram mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças. Para facilitar e melhorar a produção surgiu a produção de mudas em bandejas em cultivo protegido, a qual apresentou-se como uma alternativa interessante, pois reduz o espaço, protege as raízes e diminui os custos com mão de obra no campo. Portanto, se faz necessário o uso de substratos com qualidade, pois as raízes são limitadas as células das bandejas.

Bons substratos devem possuir algumas características, tais como, baixo custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes (torrão) e uniformidade. Além dessas características deve ainda ser um meio preferencialmente estéril, rico em nutrientes, não-salino, não conter substâncias tóxicas, ser inodoro, ter valores de pH próximo à neutralidade (REVOREDO et al., 2008).

Os substratos eram produzidos, inicialmente, por componentes com alta demanda e custo, com isso, houve a necessidade de buscar por outros materiais para compor o substrato, com alta qualidade e custos mais baixos. Além disso, como alternativa para reutilização e tratamento de resíduos, vários resíduos orgânicos gerados pelas agroindústrias podem ser utilizados para produção de substratos (Karaal e Ugur, 2014),

Dentre a variedade de substratos existentes, podemos citar os orgânicos, que podem ser obtidos por meio da compostagem de resíduos agroindustriais.

A partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos), o processo de compostagem transforma estes resíduos em composto orgânico, que é um insumo agrícola, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos (DAROS et al., 2015).

Ao final do processo de compostagem é obtido o composto orgânico. Contudo, para que se produza um composto de alta qualidade e valor agrônômico o processo deve ser realizado de forma adequada. O composto orgânico pode ser utilizado como substratos para a produção de mudas em bandejas ou recipientes.

Diante desse cenário, o tratamento dos resíduos por meio da compostagem apresenta vantagens ambientais e econômicas. Após a obtenção do composto orgânico produzido pelo processo de compostagem há a necessidade de avaliar o seu potencial agrônomo.

A expressiva produção de aves de corte no Brasil gera grandes quantidades de resíduos orgânicos. Os resíduos gerados durante a cadeia produtiva de frangos de corte podem ser uma alternativa para compor um substrato orgânico, já que necessitam de tratamento para que seja destinado corretamente (COSTA et al., 2016).

Outro setor em desenvolvimento no país é a produção de biocombustíveis. A produção de biodiesel como fonte renovável remete à redução da emissão de gases causadores do efeito estufa e ao desenvolvimento regional. Um dos resíduos é a glicerina bruta (GB), que é obtido a partir de produção de biodiesel durante o processo de transesterificação. O tratamento da glicerina bruta é uma necessidade por razões econômicas e ambientais (NOVI et al, 2018).

Para que esses resíduos possam ser utilizados em cultivo deve-se realizar a estabilização, dentre as técnicas utilizadas, destaca-se a compostagem. Do ponto de vista ambiental, o processo de compostagem é considerado uma das alternativas mais adequadas para o manejo e tratamento de resíduos orgânicos sólidos. A compostagem propicia a reciclagem de nutrientes e a consequente reutilização da fração orgânica dos resíduos, reduzindo a poluição ambiental (PODER, 2018).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade de mudas de repolho produzidas em substratos orgânicos provenientes da compostagem de resíduos da cadeia de aves de corte associados a glicerina bruta.

1.2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade de formação do torrão das mudas em relação as características físicas dos substratos.

- Avaliar a influência dos parâmetros químicos (nitrogênio, fósforo e potássio) dos substratos orgânicos sobre o estado nutricional e compostos fenólicos das mudas.

- Avaliar a influência dos parâmetros físicos dos substratos sobre as características fitométricas das mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SUBSTRATOS ORGÂNICOS

A viabilidade do uso de diferentes composições de substratos para a produção de mudas em viveiros tem sido objeto de várias pesquisas, por conta da riqueza de nutrientes frequentemente encontrada nos materiais orgânicos (SILVA et al., 2018).

Diante de todo material orgânico rico em nitrogênio, bem como os ricos em carbono provenientes de atividades agroindustriais em algumas localidades, surgiu a possibilidade de utilizar esses resíduos orgânicos para compor substratos, mas para isso, existe a necessidade de estabilização desses resíduos para que possam ser utilizados (PEREIRA; WILSEN NETO; NÓBREGA, 2013). Dessa forma, se faz necessário a utilização de algum tipo de reciclagem biológica para a estabilização do material orgânico antes da sua aplicação. Uma das maneiras adequadas para o tratamento dos resíduos sólidos é a utilização do processo de decomposição denominado de compostagem (SUNADA et al, 2015; SANTOS et al., 2015a).

Do ponto de vista ambiental, o processo de compostagem é considerado uma das alternativas mais adequadas para o manejo e tratamento de resíduos orgânicos. A compostagem propicia a reciclagem de nutrientes e a consequente reutilização da fração orgânica dos resíduos, reduzindo a poluição ambiental (SHEN et al., 2012; SCOTON et al., 2016).

A compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um material orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável. Na prática, isto significa que a partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos), o processo transforma estes resíduos em composto orgânico, que é um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos (DA ROS et al., 2015). Os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de transformação sob a ação de diversos grupos de microrganismos, resultando num processo bioquímico altamente complexo (STANLEY; TURNER, 2010; VÁZQUEZ; SOTO, 2017).

Os microrganismos que atuam na compostagem são responsáveis pela quebra de resíduos orgânicos em nutrientes para as plantas (SUNADA et al, 2015). A maioria dos materiais orgânicos tem uma população nativa de microrganismos, e se reproduzem na pilha de compostagem (STANLEY; TURNER, 2010).

Sendo um processo biológico, os fatores, mais importantes, que influenciam na degradação da matéria orgânica são a aeração, os nutrientes e a umidade. A temperatura também é um fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e à eliminação de patógenos, pois é resultado da atividade biológica (VÁZQUEZ; SOTO, 2017). De acordo com as temperaturas ótimas de trabalho dos microrganismos, estes são classificados em mesófilos (15 – 43 °C) e termófilos (40 – 85 °C). Na verdade, estes limites não são rígidos e representam os intervalos ótimos para cada classe de microrganismo (SILVA; ROCHA; SILVA, 2018).

Os nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, são fundamentais ao crescimento bacteriano. O carbono é a principal fonte de energia e o nitrogênio é necessário para a síntese celular (SILVA; ROCHA; SILVA, 2018). A proporção ideal de C:N para o início do processo é de 30:1 e ao final em torno de 10:1. Fósforo e enxofre também são importantes, porém seu papel no processo é menos conhecido (SOUSA et al., 2018).

Ao final do processo de compostagem é obtido o composto orgânico, desde que o processo tenha sido realizado de forma adequada obtém-se um produto de alta qualidade e valor agrônômico. O composto orgânico pode ser utilizado como fertilizante orgânico, na recuperação de áreas degradadas (SANTOS et al., 2015a) e como substratos para a produção de mudas em bandejas ou recipientes (GUISOLFI, et al, 2018). No entanto, a utilização de substratos orgânicos provenientes de resíduos agroindústrias requer determinados cuidados (SANTOS et al., 2015a), visto que os resíduos são ricos em nutrientes e demais substâncias que se concentram ao final do processo sendo necessário atender legislações para comercialização.

No Brasil, o órgão responsável pelo monitoramento e legislação que normatiza as especificações dos substratos orgânicos é o Ministério da Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente (MAPA). Esse órgão estabelece a garantia, as tolerâncias, os registros, embalagem e rotulagem dos substratos para o cultivo de plantas.

Na instrução normativa IN nº 25 (BRASIL, 2009) é estabelecido as normas de registro do produto, comércio, armazenamento e transporte e na IN nº 17 (BRASIL,

2007) e determinado os métodos analíticos para análise de substrato como potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), densidade, capacidade de retenção de água (CRA) e umidade.

Como resíduo para ser utilizado no processo de compostagem, temos em expressivas quantidades no Brasil os resíduos da produção de aves de corte. A sua quantidade produzida gera uma problemática para o tratamento. Esses resíduos envolvem aqueles produzidos no período de abate, bem como os que antecedem o abate, tais como os resíduos de incubatório de pintainhos e a cama de frango nos aviários. Após a etapa de engorda, quando os frangos são enviados para o abate, são gerados resíduos sólidos, como o lodo de flotador no abatedouro e cinza (da queima na caldeira), além de uma quantidade significativa de efluentes líquidos (COSTA et al., 2016).

Outro setor em franco desenvolvimento no país diz respeito a produção de biocombustíveis. A produção de biodiesel como fonte renovável remete à redução da emissão de gases causadores do efeito estufa e ao desenvolvimento regional. No *ranking* mundial de produção e consumo de biodiesel, o Brasil ocupa o segundo lugar, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que ocupa a primeira posição. Em 2015, foram produzidos 3,4 bilhões de litros de biodiesel e o seu consumo sofreu um aumento de 16,7% (NOVI et al., 2018).

Neste panorama, com a produção de biodiesel ocorre a geração de expressivas quantidades de resíduos orgânicos. Nos últimos tempos, mesmo sendo um processo que visa a preservação do meio ambiente por utilizar energia renovável, tem havido uma pressão crescente para promover e implementar tecnologias verdes, que são mais ambientalmente sustentáveis (SANTOS et al., 2015b). Em 2008, foi criado, no Brasil, o Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), onde começou a se discutir políticas a serem adotadas em relação aos aspectos socioambientais da sua produção (NOVI et al., 2018).

Um dos resíduos do processo de produção de biocombustíveis é a glicerina bruta (GB). Este material é obtido a partir de produção de biodiesel durante o processo de transesterificação. A partir de 10 toneladas de biodiesel, 1 tonelada de GB é gerada (BARTOCCI et al., 2018).

A GB é uma mistura que contém: glicerina, sabão, metanol, ésteres, resíduos de óleo, catalisador, água e impurezas mecânicas. A composição química da GB varia principalmente com o tipo de catalisador usado para produzir biodiesel,

a eficiência do processo e outras impurezas na matéria-prima (BERTOZZO, 2013). No momento, a produção de biodiesel em uma escala global atinge centenas de milhões de litros. A reutilização da glicerina bruta é uma necessidade por razões econômicas e ambientais (INGALE; PATIL; SHINDE, 2017).

A GB pode estar sujeita a várias reações químicas, como oxidação, cloração ou desidratação, levando à produção de novas substâncias químicas, que podem ser usadas em uma variedade de indústrias. Glicerol de alta pureza tem muitas aplicações em alimentos, cosmética e farmacêutica, mas o tratamento purificador é oneroso (BARTOCCI et al., 2018).

A grande preocupação com o meio ambiente, atualmente, também impacta o setor agroindustrial, e impõe uma série de restrições, onde o aproveitamento de resíduos orgânicos é uma alternativa para tornar a atividade sustentável (COSTA; PEREIRA; COSTA, 2014). Geralmente, os resíduos agroindustriais possuem uma variedade de nutrientes importantes para o cultivo de plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes. Essa alternativa de reutilização de resíduos proporcionam a redução de custos, principalmente, com a redução da necessidade de utilização de adubos minerais (SANTOS et al., 2015a).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Substrato é um meio poroso utilizado para o desenvolvimento de raízes de plantas cultivadas em materiais diferente de solo, proporcionando condições favoráveis e dando suporte para o desenvolvimento delas (REVOREDO et al. 2008). O substrato é formado por partículas (sólidos) e espaços vazios (poros), e a quantidade vai depender de cada material utilizado, alguns possuem mais poros e menos sólidos e outros o inverso (MEDEIROS et al. 2010). A matéria-prima utilizada pode ser de origem orgânica, mineral e sintética, podendo compor o substrato apenas um material ou a composição de vários materiais diferentes (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012).

A técnica do cultivo em substrato tem se difundido por disponibilizar um melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade, além de melhorar a qualidade do produto, bem como a uniformidade e padronização alcançadas, resultando em maior valor agregado além de facilitar a execução dos tratamentos culturais (REVOREDO et al. 2008; TRAZZI et al., 2012).

Segundo Karaal e Ugur (2014), durante algum tempo, a turfa *Sphagnum* foi uma das principais composições dos substratos, porém sua crescente demanda e custos elevados deram origem à pesquisas por outros componentes para o substrato, com alta qualidade e custos mais baixos. Além disso, como alternativa para reutilização e tratamento de resíduos, vários resíduos orgânicos gerados pelas agroindústrias podem ser utilizados para produção de substratos.

A utilização de substratos provenientes de composto orgânico pode ser benéfica para o cultivo de hortaliças, pois aumenta a eficiência do uso de nutrientes por ativar enzimas que estimulam a absorção e a quelação de alguns elementos (SANTOS et al., 2015a). As substâncias presentes nos substratos fornecem moléculas orgânicas promotoras do crescimento vegetal (CALDEIRA et al., 2011). Além de possuírem um melhor custo-benefício do que a utilização de fertilizantes comerciais (ZANDONADI et al. 2014).

Substratos para serem considerados de boa qualidade devem possuir algumas características, tais como, baixo custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes (torrão) e uniformidade. Deve ser um meio estéril, rico em nutrientes, não-salino, não conter substâncias tóxicas, ser inodoro, ter valores de pH próximo à neutralidade (REVOREDO et al., 2008).

2.2.1 Características físicas dos substratos

Devem ser avaliadas as propriedades físicas dos substratos, que estão relacionadas ao equilíbrio entre os volumes de sólidos, de ar e de água, necessário para se obter um bom resultado no crescimento das plantas (MOTA et al, 2016). Para isso, é necessário determinar o volume de sólidos e poros que o material apresenta, verificar a consistência da amostra úmida para designar a propriedade de coesão entre as partículas da amostra. Determinar a densidade, que é a relação entre a massa e o volume do substrato, onde baixas densidades representam material de maior porosidade, ideal para composição de misturas, mas por outro lado, um substrato com grande número de partículas finas possui alta densidade, o que pode causar resistência na expansão das raízes da planta pelo substrato (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012).

Ainda, deve ser avaliado a capacidade de retenção de água (CRA), que refere-se ao volume máximo de água que fica no substrato após livre drenagem, característica que afeta a frequência de irrigação, e o espaço de aeração, que é o volume de poros ocupados por ar (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012).

2.2.2. Características químicas dos substratos

Tão importante quanto às propriedades físicas, se faz necessário realizar a avaliação das características químicas, como o pH e a condutividade elétrica, que são as características mais importantes a serem avaliadas antes do uso dos substratos e monitoradas durante o cultivo. Os valores ideais de pH em substratos podem variar de acordo com a cultura (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012). A condutividade elétrica é uma medida usada para avaliar a salinidade do substrato, quando o valor for muito alto, ocorre perda de água pelas raízes, podendo ocasionar manchas ou queima visíveis nas folhas (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012).

Os teores de nitrogênio e potássio são essências para as plantas, porém, isso depende da relação dos dois elementos, pois a deficiência do nitrogênio afeta no desenvolvimento da planta e reduz o acúmulo de matéria seca, já o potássio controla a turgidez dos tecidos, ativa as enzimas da respiração, fotossíntese, transpiração e abertura e fechamento dos estômatos (HIGUTI et al., 2009). O fósforo é essencial para a célula armazenar energia, para a síntese de ATP, e de compostos fosforilados, atuando na produtividade da planta, influenciando ainda na divisão, alongamento celular, crescimento das raízes e desenvolvimento vegetal (CAIONE; LANGE; SCHONINGER, 2012).

2.3 UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção de mudas requer muitos cuidados especiais, pois é uma das fases mais importantes para o desenvolvimento da planta, influenciando diretamente no desempenho final da planta (SOUZA et al., 2017; MENEGHELLI et al., 2017).

Um dos fatores decisivos para obter mudas de qualidade é o tipo de substrato utilizado. A utilização de substratos na produção de mudas de hortaliças é uma prática comum, pois o objetivo é obter o maior desenvolvimento da planta. O substrato deve proporcionar eficiência na germinação e emergência de plântulas,

além de fornecer o suprimento adequado de nutrientes, oxigênio e eliminação do CO₂ (SOUZA et al. 2017; MENEGHELLI et al 2017).

Os substratos comerciais são muito utilizados na produção de mudas de repolho. No entanto, como a maioria da produção é realizada por agricultura familiar, o custo com o substrato leva a uma diminuição na rentabilidade do investimento, havendo a necessidade de buscas por fontes alternativas de substratos (MENEGHELLI et al., 2017).

2.3.1 Cultivo de Mudas em Bandejas

Para a produção de mudas, pode ser utilizado bandejas para a semeadura. O uso de bandejas economiza substrato e espaço dentro da casa de vegetação. As mudas normalmente são de boa qualidade e com alto índice de pegamento após o transplante, além de necessitar de menos tratamentos fitossanitários, utilização de menos água e observam-se menos danos nas raízes no momento do transplante (TRANI et. al. 2004).

O tamanho da célula, bem como o tipo de substrato, é essencial para crescimento da planta, pois afetam diretamente o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular (TRANI et. al. 2004).

2.3.2 Cultura Teste: Repolho

O repolho é uma das hortaliças folhosas da espécie botânica *Brassica oleracea* var. capitata, família Brassicaceae, que se diferenciou por modificações no caule e nas folhas. A formação da cabeça do repolho se deve à interrupção do crescimento do meristema terminal, que impede a expansão das folhas internas. O broto terminal fica protegido pelas folhas comprimidas e o imbricamento (sobreposição das folhas) é característico do repolho (SILVA et al. 2012).

O repolho é uma planta herbácea, bienal de ciclo curto, muito consumido no Brasil, tendo grande presença na dieta alimentar das famílias. Dentre as hortaliças o repolho constitui-se em alimento de excelente qualidade, apresentando teores apreciáveis de β -caroteno, cálcio e de vitamina C (SILVA et al. 2012; REIS et al, 2017).

2.3.3 Informações Comerciais da Cultura

Originalmente o repolho é uma hortaliça de clima temperado, independe do fotoperíodo, sendo a temperatura o fator limitante para o desenvolvimento da planta (REIS et al., 2017). Contudo, ao longo do tempo, foram obtidas cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando conseqüentemente os períodos de plantio e de colheita. Assim, pela escolha criteriosa da cultivar, a época de plantio estende-se ao longo do ano (SILVA et al., 2012).

2.3.4 Necessidades Nutricionais da Cultura

Os nutrientes minerais são classificados em macro e micronutrientes, de acordo com a concentração encontrada em seus tecidos. Os macronutrientes, que são N, P, K, Ca, Mg e S, ocorrem em concentrações de 10 a 5.000 vezes superior à dos micronutrientes, que são encontrados em 'pequenas' concentrações, sendo eles Cl, Mn, B, Zn, Fe, Cu, Ni e Mo (WARAICH; AHMAD; ASHRAF, 2011). O substrato é o meio que atua como sustentação e reservatório de minerais necessários às plantas, que absorvem deste, sem muita discriminação, os elementos essenciais e benéficos (FAQUIN, 2005).

Para as plantas crescerem e completarem o seu ciclo de vida necessitam de dezessete elementos: carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni) e molibdênio (Mo). Desses, os três primeiros são retirados do ar e da água, sendo chamados de elementos não minerais e constituindo mais de 95% da matéria seca das plantas. Os catorze restantes são retirados da solução do solo pelas raízes, sendo chamados de elementos minerais ou nutrientes minerais. Apesar de constituírem menos de 5% da matéria seca das plantas, são considerados essenciais ao seu desenvolvimento (BARBOSA et al., 2009).

2.3.5 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos constituem uma grande classe de fitoquímicos alimentares e se encontram distribuídos entre as distintas partes das plantas; porém,

sua maior concentração está nas frutas, hortaliças e em seus derivados (FURLONG et al., 2003). Sua estrutura química contém pelo menos um anel aromático, o qual está unido a uma (ou mais) hidroxila(s) e, dependendo do número e da posição dessas hidroxilas na cadeia, esses compostos apresentam distintas propriedades de se complexar com os radicais livres, neutralizando-os (CROZIER; JAGANATH; CLIFFORD, 2009).

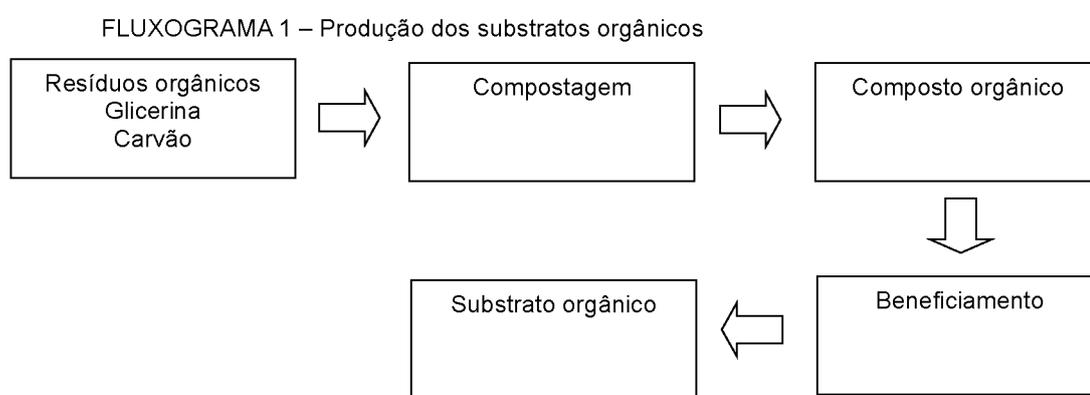
Os compostos são responsáveis pela atividade antioxidante, que são substâncias que podem retardar ou inibir a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação. Isso se dá devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004; VIEIRA et al., 2015).

A proteção atribuída aos antioxidantes é decorrente da sua ação redutora frente a espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, que são moléculas formadas continuamente durante os processos metabólicos ou são provenientes de fontes exógenas (GIEHL et al., 2007). Tratamentos efetivos contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer estão sendo realizados utilizando fontes de fitoquímicos em particular os compostos fenólicos (SOUZA; VIEIRA; LIMA, 2011; VIEIRA et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ORIGEM DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Os compostos orgânicos foram produzidos por Fehmberger (2018). Resumidamente, resíduos orgânicos e glicerina bruta associados ao carvão foram submetidos ao processo de compostagem e obtidos os compostos orgânicos, conforme apresentado no fluxograma 1.



Fonte: O autor (2019).

No processo de compostagem foram utilizados como fontes de carbono poda de árvores urbanas, bagaço de cana, glicerina bruta e carvão. Os resíduos agroindustriais que configuraram-se como fonte de nitrogênio comuns a todos os substratos foram, cama de matrizeiro, resíduos de incubatório e lodo de flotor, proveniente de uma agroindústria de abates de aves localizada no oeste do Paraná. A relação carbono/nitrogênio no início do processo foi de aproximadamente 26/1 para todos os tratamentos.

Foram montadas e monitoradas cinco composteiras com paletes. Os tratamentos foram definidos em função da concentração de glicerina bruta (GB) adicionadas em relação a massa fresca em compostagem. As concentrações de GB foram de 0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0% dando origem a denominação dos tratamentos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 de acordo com as concentrações.

Todo o processo de compostagem foi monitorado em relação a 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 apresentados na Tabela 1.

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

Tratamento	Dias de compostagem	Relação C/N
T0,0	70	12,21
T1,5	74	12,11
T3,0	74	12,36
T4,5	74	12,93
T6,0	65	12,40

Fonte: Fehmberger (2018).

3.2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS

Após a obtenção e caracterização dos compostos orgânicos, procedeu-se o beneficiamento obtendo os substratos orgânicos utilizados no presente estudo. O beneficiamento contou com peneiramento (peneira de 5 mm) e análises das características químicas e físicas.

As análises químicas realizadas foram fósforo, nitrogênio total e potássio (N, P, K), além das análises do pH e condutividade elétrica, de acordo com o método e metodologia descrito na Tabela 2.

TABELA 2 – ANÁLISES QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Parâmetro	Unidade	Método	Metodologia
Nitrogênio	%	Semi-micro-Kjedahl	Malavolta et al. (1989)
Fósforo	g.kg ⁻¹	Espectrofotometria	Lana et al. (2010)
Potássio	g.kg ⁻¹	Fotometria	Lana et al. (2010)
pH	--	Potenciometria	Lana et al. (2010)
CE	mS.cm ⁻¹	Potenciometria	Lana et al. (2010)
Compostos Fenólicos	mg EAG.g ⁻¹	Espectrofotometria	Rossi, Singleton (1965)

Fonte: O autor (2019).

As análises físicas realizadas foram de capacidade de retenção de água (CRA), determinação de volume e poros dos sólidos, densidade e granulometria de acordo com o método e metodologia descrito na Tabela 3.

TABELA 3 – ANÁLISES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Parâmetro	Unidade	Método	Metodologia
CRA	%	Gravimetria	Luchese; Favero; Lenzi (2002)
Volume de Sólidos	mL	Gravimetria	Takane; Siqueira; Kampf (2012)
Volume de Poros	mL	Gravimetria	Takane; Siqueira; Kampf (2012)
Densidade	g.L ⁻¹	Gravimetria	Takane; Siqueira; Kampf (2012)
Granulometria	%	Gravimetria	Zorzeto et al. (2011)

Fonte: O autor (2019).

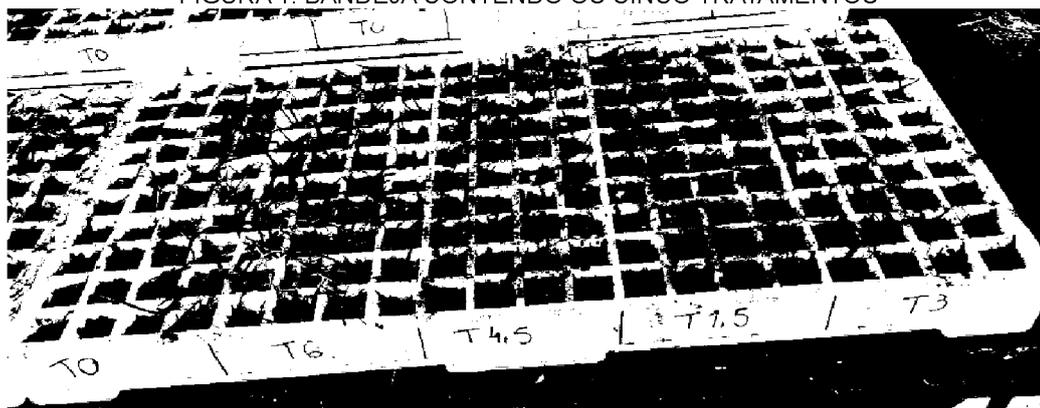
3.3. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes de repolho foram adquiridas no 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 GB, T0,0 (0%); T1,5 (1,5%); T3,0 (3%); T4,5 (4,5%) e T6,0 (6%).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetição por tratamento.

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) (Figura 1).

FIGURA 1. BANDEJA CONTENDO OS CINCO TRATAMENTOS



FONTE: O autor (2018).

A semeadura foi realizada com duas sementes em cada célula das bandejas e após as mudas apresentarem duas folhas definitivas procedeu-se o desbaste deixando apenas uma muda por célula.

As bandejas foram dispostas em mesas vasadas no viveiro de mudas, o qual não possui controle de temperatura, irrigação e umidade, somente um sombrite na cobertura do viveiro. As mudas foram mantidas no viveiro por 30 dias, e a cultura foi irrigada de forma manual diariamente pela manhã e à tarde, utilizando água tratada.

3.4 PARÂMETROS ANALISADOS NO DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS DE REPOLHO

As avaliações químicas e físicas foram realizadas após 30 dias da semeadura. Para a determinação dos parâmetros fitométricos foi realizado a lavagem das mudas. Em um béquer com água cada muda foi lavada até a remoção total do substrato agregado nas raízes. Para a avaliação de nitrogênio, fósforo, potássio e compostos fenólicos as mudas foram lavadas com água potável e após com água destilada.

3.4.1. Avaliações Fitométricas

As mudas foram separadas em raiz e parte aérea. A determinação de matéria fresca da raiz e parte aérea foram realizadas com a pesagem imediata após a lavagem.

A determinação de matéria seca da parte aérea e raiz foram realizadas após as amostras permanecerem por 48 h a 65 °C em estufa de circulação forçada de ar. Procedeu-se a contagem do número de folhas.

A determinação de altura da parte aérea e raiz foi realizada com auxílio de régua graduada em centímetros. A determinação do diâmetro do coleto foi realizada com paquímetro digital em milímetros (Figura 2) (FERREIRA et al., 2017).

FIGURA 2. MEDIÇÃO DA ALTURA DA PARTE AÉREA, COMPRIMENTO DA RAIZ E DIÂMETRO DO COLETO



FONTE: O autor (2018).

3.4.2. Índice de Qualidade de Dickson

Como índice de qualidade foi avaliado o índice de qualidade de Dickson (IQD), que foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da Equação 1 (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

$$IQD = \frac{PMST (g)}{H (cm)/DC(mm) + (PMSPA (g)/PMSR(g))} \quad (1)$$

EM QUE:

IQD = Índice de Qualidade de Dickson;
MST = Massa seca total (g);
H = Altura (cm);
DC = Diâmetro do coleto (mm);
MSPA = Massa seca da parte aérea (g),
MSRA = Massa seca da raiz (g).

3.4.3. Determinações Químicas

Foram avaliados nas mudas os teores de nitrogênio total, fósforo e potássio. O nitrogênio foi determinado segundo metodologia descrita na Tabela 4, pela digestão sulfúrica, seguido pela destilação em destilador de Kjeldahl. Realizou-se a

abertura das amostras em solução nitroperclórica para a determinação de fósforo e potássio (EMBRAPA, 2009). O fósforo foi determinado por espectrometria UV/VIS a 725 nm. O potássio foi determinado em fotômetro de chama.

A extração para a determinação dos fenólicos totais foi realizada segundo metodologia descrita na Tabela 4, pesando-se 40 mg de matéria seca da parte aérea de cada amostra. Adicionaram-se 6 mL de metanol 70% nas amostras, incubou-se as amostras em tubos de ensaio no bloco aquecedor durante 30 minutos, a 75 °C, agitando-se a cada 10 minutos. Em seguida, centrifugou-se os tubos de ensaio contendo as amostras a 3.500 rpm por 15 minutos.

A determinação de fenólicos totais baseia-se no método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Ciocalteu (ROSSI; SINGLETON, 1965), no comprimento de onda de 760 nm. Os resultados obtidos foram calculados com base no ácido gálico como padrão. Preparou-se uma curva e os resultados foram calculados e representados graficamente, utilizando o gradiente de concentração em função da absorbância ($R^2 \geq 0,99$). Os resultados foram expressos em mg equivalente ácido gálico.g⁻¹ de matéria seca (mg EAG.g⁻¹ MS).

TABELA 4 – DETERMINAÇÕES QUÍMICAS EFETUADAS NAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Parâmetro	Unidade	Método	Metodologia
Nitrogênio	%	Semi-micro-Kjedahl	Malavolta et al. (1989)
Fósforo	g.kg ⁻¹	Espectrofotometria	Malavolta et al. (1989)
Potássio	g.kg ⁻¹	Fotometria	Malavolta et al. (1989)
Compostos Fenólicos	mg EAG.g ⁻¹	Espectrofotometria	Rossi, Singleton (1965)

Fonte: O autor (2019).

3.4.4. Qualidade de formação do torrão

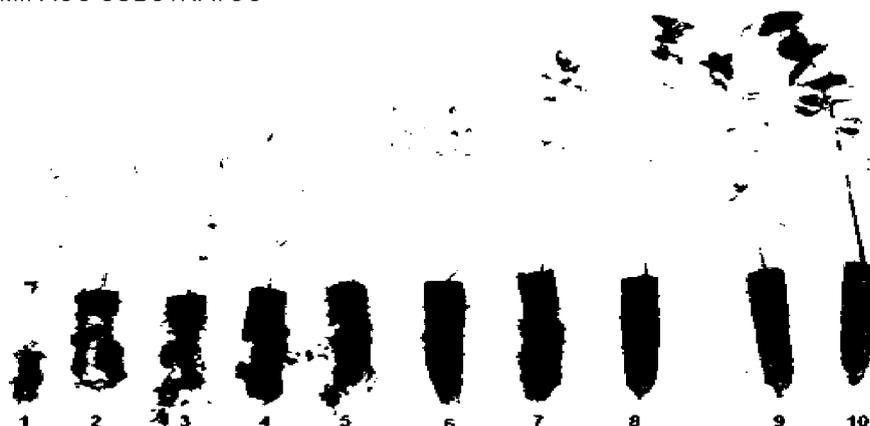
Para a avaliação da qualidade de formação do torrão fez-se a facilidade de retirada do torrão (FRT) da bandeja e a queda livre (QL), para tanto foram selecionadas três plantas aleatoriamente para estas avaliações.

A avaliação da facilidade de retirada do torrão (FRT) da bandeja foi determinada por meio de nota (0 – 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 (0 a 10).

As notas foram atribuídas de acordo com Kratz et al. (2013), que avaliaram a viabilidade e integridade das raízes de mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella* produzidas com substratos a base de bio-sólido, casca de arroz carbonizada e substrato comercial de casca de pinus semidecomposta. Os autores atribuíram notas de 0 a 10 (0 – ruim e 10 – excelente), conforme a FIGURA 3.

FIGURA 3 - NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE *EUCALYPTUS BENTHAMII* AOS SUBSTRATOS



FONTE: Kratz et al. (2013).

3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os parâmetros fitométricos das mudas e as características físicas dos substratos foram submetidos à estatística multivariada, pela análise de componentes principais (ACP) e análise de variância.

A análise multivariada de dados é capaz de processar dados de diversas variáveis simultaneamente, possibilitando comparação entre elas (RODRIGUES; SELLITTO, 2009). Uma das ferramentas da análise multivariada é a análise de componentes principais (ACP), que permite a identificação de padrões em dados e sua expressão, destacando suas semelhanças e diferenças por meio de vetores direcionais (ESPIRÍTO SANTO, 2012).

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para os dados referentes ao valor nutricional das mudas, a saber: nitrogênio total, fósforo, potássio e fenólicos totais. Inicialmente foram verificadas as pressuposições do modelo, posteriormente havendo influência de algum tratamento na variável resposta utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. QUALIDADE DO TORRÃO

As características físicas do substrato afetam a qualidade do torrão, de modo que, a fase sólida faz a manutenção do sistema radicular da planta, e o suprimento de água e nutrientes é realizado por meio da fase líquida. Na fase gasosa, ocorre o fornecimento de oxigênio e o transporte de carbono entre as raízes. Os substratos devem apresentar propriedades químicas e físico-hídricas adequadas, para melhorarem a relação água/ar e a disponibilidade de nutrientes (TRECHA, 2017).

Na Tabela 5 é apresentada a caracterização física dos substratos orgânicos alternativos quanto a capacidade de retenção de água (CRA), volume dos sólidos, volume dos poros, densidade, espaço de aeração e relação poros/sólidos.

TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS

Substrato	CRA*	VOL. SÓLIDOS**	VOL. POROS***	Densidade	Espaço de Aeração	Relação Poros/Sólidos
	(%)	(mL)	(mL)	(g/L)	(%)	-
T0,0	165,51	6,00	19,00	348,29	0,00	3,17
T1,5	209,09	3,50	21,50	373,68	0,00	6,14
T3,0	71,06	3,00	22,00	296,62	1,24	7,33
T4,5	160,06	2,50	22,50	240,49	0,05	9,00
T6,0	111,84	2,00	23,00	113,64	0,79	11,50

*CRA: Capacidade de retenção de água.

**Vol. Sólidos: Volume dos sólidos.

***Vol. Poros: Volume dos Poros.

Fonte: O autor (2019).

Na avaliação da Capacidade de Retenção de Água, o tratamento que obteve o menor valor, foi o T3,0, de 71,06% e os tratamentos T0,0 e T1,5 os maiores valores, 165,51 e 209,09%, respectivamente.

Todos os substratos são formados por partículas com espaços entre elas. As partículas são denominadas sólidos (S) e os espaços são os poros (P). O uso dos substratos está ligado à relação entre os sólidos e os poros de cada material (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012). O T0,0 apresentou o maior volume de sólidos 6,0 mL e conseqüentemente o menor volume de poros 19,00 mL, indicando que os substratos com um volume maior de sólidos contêm menos poros. Conseqüentemente, o substrato que contém um menor volume de sólidos apresente

um maior volume de poros, como apresentou o T6,0, que obteve o menor volume de sólidos dos tratamentos (2,0 mL) e o maior volume de poros (23,00 mL).

Segundo Takane, Siqueira e Kampf (2012), deve ser considerado a consistência do substrato para avaliar a propriedade de coesão entre as partículas na amostra úmida. As partículas sólidas podem apresentar formas e tamanhos diferentes. Partículas maiores tendem a formar poros maiores, por isso, se misturar com partículas menores, essas tendem a ocupar os espaços vazios, reduzindo o tamanho dos poros.

A densidade está relacionada com o volume de sólidos e poros, quanto maior o volume de sólidos, maior a densidade, e vice-versa (ZORZETO et al., 2014). Marco et al. (2016) indicam que a densidade de um substrato deve estar abaixo de 400 g L^{-1} para que o mesmo possa ser utilizado. Levando este argumento em consideração, os substratos provenientes de resíduos agroindustriais estão aptos para serem utilizados, pois apresentam valores que variam de 113,64 a $373,68 \text{ g L}^{-1}$.

O tratamento que apresentou a maior densidade foi o T1,5, com $373,68 \text{ g/L}$. Enquanto que, o tratamento T6,0 apresentou relação com o volume de sólidos e poros, pois obteve um menor valor de densidade que os demais tratamentos, $113,64 \text{ g/L}$, como citado anteriormente, foi o tratamento com menor volume de sólidos e maior volume de poros. De acordo com Ludwing et al. (2014) o substrato com menor densidade é o que tem maior porosidade confirmando a relação poros/sólidos, portanto, os valores de densidade e porosidade são inversamente relacionados.

Espaço de aeração (EA) é o volume de poros ocupados por ar quando o substrato está em capacidade de retenção de água, ou seja, quando o substrato está com o máximo volume de água que fica após a livre drenagem (TAKANE; SIQUEIRA; KAMPF, 2012). Para essa característica o tratamento T3,0 apresentou-se maior com 1,24%, e os tratamentos com um menor espaço de aeração foram o T0,0 e T1,5, ambos não apresentaram espaço de aeração, 0%.

A Relação Poros/Sólidos foi menor no T0,0 e maior no T6,0, apresentando 3,17 e 11,50, respectivamente. O aumento gradual dessa relação se deu com o aumento da taxa de glicerina incorporada nos tratamentos, o que ocorreu também nas demais relações de volume de sólidos e poros e densidade. Devido ao fato de a glicerina bruta ser uma fonte de carbono prontamente disponível aos microrganismos (lábil) o consumo de carbono recalcitrante, como a poda de árvores

urbanas e o bagaço de cana de açúcar foi suprimido no T6,0 (FEMHBERGUER, 2018).

Na Tabela 6 é apresentada a granulometria dos substratos nos 5 tratamentos, havendo uma distribuição granulométrica em seis diferentes faixas: acima de 4,75 mm, entre 4,75 - 2,80 mm, intermediários entre 2,80 - 2,00 mm, 2,0 - 1,0 mm, os finos entre 1,0 - 0,6 mm, e os ultrafinos menores que 0,60 mm.

TABELA 6 - GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Substrato	Granulometria (%)					
	>4,75	4,75-2,80	2,80-2,00	2,0-1,0	1,0-0,6	<0,60
	Mm					
T0,0	24,9	26,8	14,81	23,39	5,38	4,36
T1,5	22,7	22,99	11,45	20,06	6,32	16,97
T3,0	12,8	24,9	17,92	26,32	9,18	9,06
T4,5	18,3	28,97	15,43	24,01	6,56	6,95
T6,0	68,2	10,57	8,11	11,16	1,14	0,94

Fonte: O autor (2019).

O T6,0 foi o tratamento que apresentou o maior percentual de partículas grandes (acima de 4,75 mm), em contrapartida, os tratamentos T1,5, T3 e T4,5 apresentaram os maiores percentuais de partículas ultrafinas (menores que 0,60 mm). Segundo Takane, Siqueira e Kampf (2012), partículas com diâmetro maior formam os macroporos que são ocupados por ar, já os microporos encontrados em partículas com diâmetro menor são ocupados por água.

Com o intuito de avaliar a influência das características físicas dos substratos submeteu-se os torrões das mudas cultivadas em todos os tratamentos a análise de facilidade de retirada da bandeja e queda livre. Haja vista que essas avaliações implicam no tempo de transplântio que o produtor pode levar para retirar a muda da bandeja e na integridade das raízes caso as mudas acidentalmente caiam no chão no momento do transplântio. Na Tabela 7 encontram-se as notas para a qualidade do torrão das mudas de repolho, na avaliação de facilidade de retirada do torrão da bandeja (FRT), assim como as notas atribuídas ao parâmetro queda livre (QL) que visa verificar a integridade do torrão após queda de 1 m de altura.

TABELA 7 - QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE REPOLHO

TRATAMENTO	FRT	QL
T0,0	9,91 a	8,83 a
T1,5	9,58 a	8,92 a
T3,0	3,08 b	8,08 a
T4,5	7,00 ab	9,50 a
T6,0	9,50 a	9,00 a

FRT: Facilidade de retirada do torrão

QL: Queda livre

Teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: O autor (2019).

Para o parâmetro de facilidade de retirada do torrão foi aplicada a análise de variância. Pode-se observar que as mudas produzidas nos tratamentos T0,0 (9,91); T1,5 (9,58) e T6,0 (9,50) apresentaram as maiores notas, seguidos do tratamento T4,5 (7,00). O tratamento T3,0 (3,08) apresentou a menor nota, apresentando-se não diferente estatística do T4,5. Levando em consideração a CRA demonstrada na Tabela 1, o tratamento T3,0 apresentou o menor resultado em relação aos demais tratamentos, sendo esse resultado de 71,06% e obteve o maior espaço de aeração, sendo de 1,24%, parâmetros que podem influenciar na FRT. Os demais tratamentos apresentaram valores maiores para CRA e FRT.

Observando o parâmetro queda livre nota-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Dessa forma, a adição de GB em cada tratamento no processo de compostagem não afetou a QL, fato importante, pois a finalidade dessa análise é de verificar o quanto o substrato permanece agregando nas raízes ocorrendo sua proteção a danos mecânicos.

4.2. QUALIDADE DA MUDA

No mercado de comércio de hortaliças, a qualidade das mudas é fundamental para produção das hortaliças, e um dos principais fatores de qualidade é a nutrição das mudas proveniente dos substratos. Para Pinto (2015) afirma que para se obter mudas com as qualidades desejadas, é de grande importância que os componentes dos substratos estejam de acordo com as exigências nutricionais da cultura. Na Tabela 8 é apresentada a caracterização química dos substratos orgânicos alternativos após o beneficiamento dos compostos orgânicos.

TABELA 8 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

TRATAMENTOS	N	K	P	CE	pH
	-----g.kg ⁻¹ -----			(mS.cm ⁻¹)	
T0,0	27,10	10,62	0,77	2,32	7,40
T1,5	30,93	8,80	0,79	1,90	7,80
T3,0	32,02	9,91	0,84	2,48	7,59
T4,5	30,43	8,74	2,38	2,62	7,50
T6,0	31,14	9,99	0,94	2,28	7,15

Fonte: O autor (2019).

O potássio sendo é exigido em uma maior concentração durante o período de crescimento vegetativo, pois a falta desse nutriente pode limitar a fotossíntese, e reduzir o crescimento da muda (REIS et al, 2012).

O papel do potássio nos processos fisiológicos das plantas está associado a produção de foto assimilados essenciais ao seu desenvolvimento (RÖMHELD; KIRKBY, 2010). O tratamento que apresentou o maior valor de K foi o T0,0 (10,62 g kg⁻¹) e o que apresentou o menor valor foi o T4,5 (8,74 g kg⁻¹). Os demais tratamentos variaram entre 8,80 g kg⁻¹ (T1,5) e 9,99 g kg⁻¹ (T6,0). O T3,0 apresentou o valor de K 9,91 g kg⁻¹.

O fósforo é particularmente importante na transferência de energia nas plantas, e por isso, sua deficiência pode ocasionar uma acentuada redução no crescimento das mesmas (TRAZZI et al., 2012). De acordo com Santinato et al. (2014), a quantidade ideal de P para substratos é de 1,38 g kg⁻¹, portanto, observa-se na Tabela 5, que apenas o T4,5 (2,38 g kg⁻¹) apresenta resultado acima do valor ideal de P, todos os demais tratamentos não apresentaram valores suficiente de P. O tratamento que apresentou menor valor de P foi o T0,0 (0,77 g kg⁻¹), seguidos do T1,5 (0,79 g kg⁻¹), T3,0 (0,84 g kg⁻¹) e T6,0 (0,94 g kg⁻¹).

Soares et al. (2009), estudaram a produção de mudas de repolho, com objetivo de avaliar o desempenho de quatro substratos alternativos, compostos por diferentes teores de pó de rocha e composto orgânico e compará-los ao desempenho de um substrato comercial. Os autores concluíram que o tratamento que utilizou 100% de composto orgânico forneceu melhores condições para o desenvolvimento das mudas de repolho, e os tratamentos compostos por substratos alternativos apresentaram excelentes resultados comparado ao substrato comercial.

Segundo Meneghelli et al., (2017), aumentos na MSPA são esperados em função da quantidade de N, principalmente por esse nutriente contribuir para o

crescimento vegetativo, expansão foliar e taxa de crescimento do caule. As concentrações de N variaram entre os tratamentos, sendo o tratamento que obteve o menor valor de N foi o T0,0 (27,10 g kg⁻¹), seguido do T4,5 (30,43 g kg⁻¹), T1,5 (30,93 g kg⁻¹) e o T6,0 (31,14 g kg⁻¹) respectivamente. O tratamento que apresentou a maior concentração de N foi o T3,0 (32,02 g kg⁻¹), não apresentando uma tendência nos resultados.

Na Tabela 09 estão apresentados os valores de nitrogênio, fósforo, potássio e compostos fenólicos avaliados nas mudas de repolho que foram cultivadas nos substratos orgânicos alternativos.

TABELA 9 - AVALIAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E COMPOSTOS FENÓLICOS NAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

TRATAMENTOS	N -----g kg ⁻¹ -----	P	K	Compostos Fenólicos* (mg EAG.g ⁻¹ MS)
T0,0	23,51 b	0,87 a	29,72 a	2.642,18 a
T1,5	24,32 b	0,73 a	28,98 a	2.464,20 a
T3,0	28,06 b	0,82 a	28,57 a	2.327,83 a
T4,5	26,80 b	0,72 a	30,62 a	2.313,17 a
T6,0	35,98 a	0,91 a	28,47 a	2.636,33 a

*Expressos em mg equivalente ácido gálico.g⁻¹ de matéria seca (mg EAG.g⁻¹ MS)

Fonte: O autor (2019).

O nitrogênio (N) é um nutriente de suma importância para as culturas, além de ter um alto custo, é o mais exigido pela maior parte das plantas. A quantidade de nitrogênio vai depender da cultura, (RAIJ, 1991). Segundo Silva (2017), o movimento do nitrogênio no solo é governado pelo fenômeno de fluxo de massa e logo após o contato do nitrogênio com a raiz tem-se o processo de absorção pelas plantas. O nitrogênio atua como constituinte básico das proteínas e enzimas, clorofila, ácidos nucleicos, além de participar da síntese de hormônios vegetais, fato que justifica a sua alta demanda nas culturas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De acordo com Van Raij et al. (1997) a faixa de teor adequado de nitrogênio nas folhas de repolho é de 30 – 50 g kg⁻¹, portanto pode-se observar que apenas o tratamento T6,0 (35,98 g kg⁻¹) se enquadra dentro da faixa desejada, conseqüentemente, esse tratamento difere-se estatisticamente dos demais. O tratamento que apresentou o menor valor de N foi o T0,0 (23,51 g kg⁻¹), esse resultado não é explicado pela quantidade de N dos substratos, pois aqui estamos falando de nitrogênio total. Os demais tratamentos apresentaram os valores de N, na

ordem do menor para o maior, T1,5 (24,32 g kg⁻¹), T4,5 (26,80 g kg⁻¹) e T3,0 (28,06 g kg⁻¹).

O fósforo influencia as reações vitais das plantas e sua ausência impede que ela complete seu ciclo de vida, portanto, quando os níveis de fósforos não estão satisfatórios, o crescimento inicial da planta é retardado e ocorre uma redução considerável na produtividade (ALMEIDA et al., 2009; SEVERINO et al., 2006).

Para os valores de fósforo todos os tratamentos apresentaram-se sem diferença estatística. O teor ideal de fósforo nas folhas, segundo o Van Raij (1997) é de 4 – 7 g kg⁻¹, portanto todos os tratamentos apresentaram-se abaixo da faixa indicada para fósforo na diagnose foliar das mudas de repolho. Como os substratos em todos os tratamentos apresentaram quantidade de P abaixo do ideal, como demonstrado na Tabela 5, supõe-se que o substrato não disponibilizou o nutriente suficiente para as mudas, havendo a necessidade de suplementação de P nos substratos

Para os valores de potássio, os tratamentos não diferiram entre si estatisticamente, porém o T4,5 foi o tratamento que ficou dentro da faixa adequada apresentada por Van Raij (1997), que apresentou o resultado de 30,62 g kg⁻¹, sendo que a faixa ideal é de 30 – 50 g kg⁻¹. Os demais tratamentos apresentaram resultados abaixo de 30 g kg⁻¹.

Os compostos fenólicos e poli fenólicos constituem um amplo grupo de substâncias químicas, considerados metabólitos secundários das plantas. A distribuição dos compostos fenólicos nos tecidos e células vegetais varia consideravelmente de acordo com o tipo de composto químico, situando-se no interior das células e na parede celular. Essa classe de compostos está relacionada ao crescimento e metabolismo das plantas, e no impacto exercido sobre a qualidade sensorial e nutricional de frutas e vegetais, e mais recentemente, na atividade fisiológica exercida em humanos (CARVALHO, 2009). Os valores de compostos fenólicos apresentaram-se sem diferença estatística entre os tratamentos.

Para as análises fitométricas as mudas de repolho produzidas nos substratos orgânicos alternativos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (TABELA 10). No entanto, com o intuito de verificar qual a melhor concentração de GB no processo aplicou a análise multivariada a esses parâmetros.

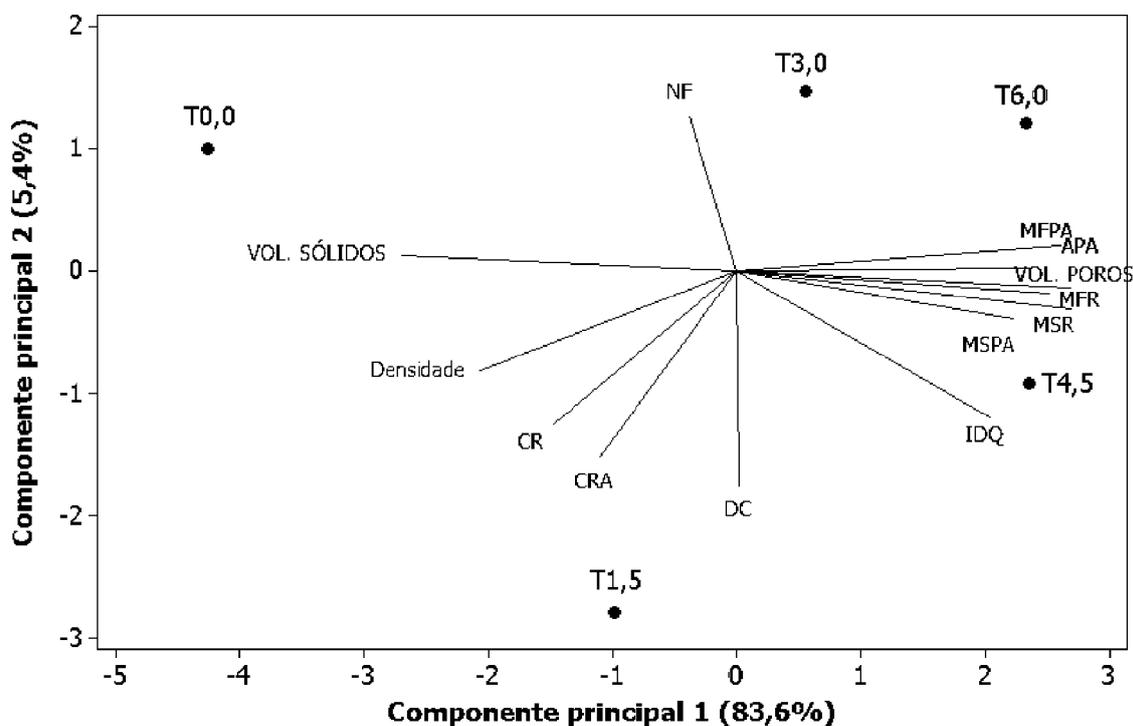
TABELA 10 - PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DAS MUDAS DE REPOLHO CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

TRATAMENTO	APA	DC	CR	NF	MFPA	MSPA	MFR	MSR	IDQ
T0,0	6,69 a	1,35 a	7,68 a	5,17 a	0,34 a	0,05 a	0,04 a	0,01 a	0,01 a
T1,5	7,38 a	1,68 a	8,25 a	4,92 a	0,39 a	0,06 a	0,07 a	0,01 a	0,01 a
T3,0	7,95 a	1,39 a	7,49 a	5,33 a	0,46 a	0,06 a	0,06 a	0,01 a	0,01 a
T4,5	7,75 a	1,47 a	7,54 a	5,08 a	0,50 a	0,07 a	0,10 a	0,02 a	0,01 a
T6,0	7,58 a	1,36 a	6,48 a	5,00 a	0,46 a	0,06 a	0,11 a	0,02 a	0,01 a

APA: Altura da parte aérea; DC: Diâmetro do coleto; CR: comprimento da raiz; NF: número de folhas; MFPA: Massa fresca da parte aérea; MSPA: Massa seca da parte aérea; MFR: Massa fresca da raiz; MSR: Massa seca da raiz; IDQ: Índice de qualidade Dickson.
 Fonte: O autor (2019).

Na Figura 4 é apresentada a ACP para os parâmetros fitométricos das mudas de repolho cultivadas nos substratos alternativos.

FIGURA 04. BIPLLOT DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS MUDAS DE REPOLHO PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS



NOTA: APA: Altura da parte aérea; DC: Diâmetro do coleto; CR: comprimento da raiz; NF: número de folhas; MFPA: Massa fresca da parte aérea; MSPA: Massa seca da parte aérea; MFR: Massa fresca da raiz; MSR: Massa seca da raiz; IDQ: Índice de qualidade Dickson; CRA: Capacidade de retenção de água.
Fonte: O autor (2019).

O Biplot é explicado pelas duas componentes principais, apenas as variáveis NF e DC são explicadas pela componente principal 2, todas as demais variáveis são explicadas pela componente principal 1.

Visualizando pela componente principal 1, os tratamentos T4,5 e T6,0 apresentaram maiores resultados para MFPA, APA, MSPA, MFR, MSR, representando que com a maior adição de GB houve uma maior formação de parte aérea e raiz. Esses tratamentos também apresentaram maior volume de poros. Para esses mesmos parâmetros, os tratamentos que apresentaram os menores valores foram T0,0 e T1,5, pois estão no lado oposto da componente principal 1. Para esses tratamentos (T0,0 e T1,5) os parâmetros que apresentaram os maiores valores foram em relação a caracterização física dos substratos, tais como volume de sólidos, Densidade e CRA. No entanto, o comprimento das raízes foi maior no T0,0 e T1,5. O IDQ apresentou maior valor

para os tratamentos T4,5 e T6,0 e os demais tratamentos apresentaram resultados inferiores.

Visualizando pela componente principal 2 o número de folhas foi maior no T3,0, e menor no T1,5, pois está no lado oposto da componente principal. Já o diâmetro do coleto apresentou maior resultado no T1,5 e menor no T3,0.

5. CONCLUSÃO

A adição de glicerina bruta favorece a qualidade do substrato. A adição de 6,0% de GB proporciona no substrato um maior volume de poros e menor volume de sólidos, e conseqüente uma menor densidade.

Com a maior adição de GB há uma maior formação de parte aérea, pois os tratamentos que foram adicionados 6,0% e 4,5% de GB apresentam os maiores valores de massa fresca da parte aérea, altura de parte aérea e massa seca da parte aérea. Ainda, essas concentrações de GB favorece o desenvolvimento das raízes.

Apenas as mudas provenientes do tratamento com 6,0% de GB se enquadram dentro da faixa indicada de Nitrogênio na diagnose foliar. Os substratos orgânicos em todos os tratamentos não suprem a necessidade das mudas quanto ao fósforo. Para o potássio apenas o tratamento com adição de 4,5% de GB garante o ideal para a cultura. Os substratos orgânicos alternativos não influenciam na concentração de compostos fenólicos produzidos pelas mudas de repolho.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; LINHARES, P.C.A. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 01, p. 206-211, 2009.
- BARBOSA, J. G.; BARBOSA, M. S.; MUNIZ, M. A.; GROSSI, J. A. Nutrição mineral e adubação de plantas ornamentais. **Informe Agropecuário**, 30: 16-21, 2009.
- BARTOCCI, P.; BIDINI, G.; ASDRUBALI, F.; BEATRICE, C.; FRUSTERI, F.; FANTOZZI, F. Batch pyrolysis of pellet made of biomass and crude glycerol: Mass and energy balances. **Renewable Energy**, 124, 172 -179, 2018.
- BERTOZZO, F. **Co-digestão anaeróbica de dejetos de bovinos e dois tipos de glicerina bruta**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 108p, 2013.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa SDA Nº 17. Diário Oficial da União- Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007**. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa SDA Nº 25. Diário Oficial da União- Seção 1, nº 173, 23 de julho de 2009**. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília, 2009.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. (Eds.) Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, v. 1, p. 142-160, 2011.
- CARVALHO, R. D. S. **Caracterização química e avaliação de folhas de *Talinum Patens Wand* como complemento alimentar**. Dissertação (Doutorado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2009.
- COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C.; COSTA, M.S.S.M. Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.150–156, 2014.
- COSTA, M.S.S.M.; LORIN, H.E.F.; COSTA, L.A.M.; CESTONARO, T.; PEREIRA, D.C.; B. F.H. Performance of four stabilization bioprocesses of beef cattle feedlot manure. **Journal of Environmental Management**, v. 181, p. 443-448, 2016.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, v. 26, p. 1001-1043, 2009.

DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S. RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudanças de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 549-558, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **For. Chron**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n.1, p 33 – 40, 2004.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2 ed. Brasília, DF, 2009.

ESPÍRITO SANTO, R. Principal Component Analysis applied to digital image compression. **Einstein**, São Paulo, vol.10, n.2, pp.135-139, 2012.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Curso de pós graduação “lato senso” a distância solos e meio ambiente. UFLA/FAEPE, 2005.

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

FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; ALVES, G. K. E. B.; SIMÕES, A. C.; BOLDT, R. H. Qualidade de mudas e produtividade de rúcula em função de condicionadores de substratos. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, 2017.

FURLONG, E. B.; COLLA, E.; BORTOLATO, D. S.; BAISCH, A. L. M.; SOUZA-SOARES, L. A. Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. **Vetor**, Rio Grande, v. 13, p. 105-114, 2003.

GIEHL, M. R.; DAL BOSCO, S. M.; LAFLOR, C. M.; WEBER, B. Eficácia dos flavonóides da uva, vinho tinto e suco de uva tinto na prevenção e no tratamento secundário da aterosclerose. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 17, p. 145-155, 2007.

GUISOLFI, L. P.; MONACO, P. A. V.; HADDADE, I. R.; KRAUSE, M. R.; MENEGHELLI, L. A. M.; ALMEIDA, K. M. Production of cucumber seedlings in alternative substrates with different compositions of agricultural residues. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 791 – 797, 2018.

HIGUTI, A.R.O.; SALATA, A.C DA.; GODOY, A.R.; CARDOSO, A.I.I. Produção de mudas de abóbora com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revistas Científicas de América Latina y el Caribe**, España y Portugal, out, 2009.

INGALE, A. P.; PATIL, S. M.; SHINDE, S. V. Catalyst-free, efficient and one pot protocol for synthesis of nitriles from aldehydes using glycerol as green solvent. **Tetrahedron Letters**, 58, 4845–4848. 2017.

KARAAL, G.; UGUR, A. *Lepidium sativum* Cultivation in Organic Fertilizer Added Hazelnut Husk Compost. **Ekoloji**, 23, 90, 33-39, 2014.

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.

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

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

LUDWIG F; FERNANDES DM; GUERRERO AC; VILLAS BÔAS RL. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.184-189, 2014.

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

MARCO, E.; MATOSO, E. S.; ALVES, M. C.; BOELTER, J. H.; MORSELLI, T. B. G. A. Caracterização de substratos para produção de mudas de cana-de-açúcar. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa Urcamp**, 13p, 2016.

MEDEIROS, A. S.; SILVA, E.G; LUISON, E. A.; ANDREANI JÚNIOR, R.; ANDREANI, D. I. K. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, p. 261-266, 2010.

MENEGHELLI, L. A. M.; LO MONACO, P. A. V.; KRAUSE, M. R.; MENEGHELLI, C. M.; GUISSOLFI, L. P.; MENEGASSI, J. Resíduos agrícolas incorporados ao substrato comercial na produção de mudas de repolho. **Rev. Ciênc. Agrovet.**, Lages, SC, Brasil 2017.

MOTA, C. S.; SILVA, F. G.; DORNELLES, P.; FREIBERGUER, M. B.; MENDES, G. C. Growth, nutrition and quality of *Pouteria gardneriana* (A. DC.) radlk seedlings produced in organic substrates. **Cerne**, v. 22, n.4, p. 373-380, 2016.

NOVI, J. C.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; SALGADO JR. A. P.; OLIVEIRA, M. M. B. Análise da Gestão do Glicerol: Riscos e oportunidades sobre sua destinação frente à lacuna normativa e aspectos sustentáveis. **REAd**, Porto Alegre, Vol. 24, Nº 3, p. 217-243, 2018.

PEREIRA, D. C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n.02, p. 159-174, 2013.

PINTO, G. P. **Cultivo orgânico de rúcula em diferentes ambientes, volumes e concentrações de composto nos substratos**. Rio Branco, 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, 2015.

PODER, J. S. G. **Substratos orgânicos da compostagem de resíduos da cadeia avícola associados à glicerina bruta: produção de mudas de rúcula**. 2018.

Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioproduto Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná – UFPR, Palotina, 2018.

RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, p.142, 1991.

REIS, B.E.; PAIVA, H.N.; BARROS, T.C.; FERREIRA, A.L.; WANDREY DA COSTA CARDOSO, W.C. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*dalbergia nigra* (vell.) Allemão ex benth.) Em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, abr.-jun., 2012.

REIS, M. R.; MELO, C. A. D.; RAPOSO, T. P.; AQUINO, R. F. B. A.; AQUINO, L. A. Selectivity of herbicides to cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). **Planta Daninha**, v. 35, 2017.

REVOREDO, M. D.; ARAÚJO, J. P. C.; CORTEZ, G. E. P.; DARLI, A. B. **Uso de substratos para o cultivo de hortaliças**. FUNEP. Jaboticabal. SP. 2008.

RODRIGUES, D.M.; SELLITTO, M.A. Análise do desempenho de fornecedores de uma empresa de manufatura apoiada em análise de aglomerados. **Produção**, v. 19, n. 1, p. 55-69, jan./abr. 2009.

RÖMHELD, V. & KIRKBY, E.A. Research on potassium in agriculture: Needs and prospects. **Plant Soil**, 335:155-180, 2010.

ROSSI, J. A.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **Am J Enol Viticult** 16, 144-158, 1965.

SANTINATO, F.; CAIONE, G.; TAVARES, T. O.; PRADO, R. M.. Doses of phosphorus associated with nitrogen on development of coffee seedlings. **Coffee Science, Lavras**, v. 9, n. 3, p. 419-426, 2014.

SANTOS, F. T.; LUDWIG, F.; COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M. Nutrition and growth of potted gerbera according to mineral and organic fertilizer. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, São Paulo, v. 21, p. 251-258, 2015 (a).

SANTOS, A. S.; PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M.; ROCHA, K. S.; FERREIRA, E. M.; ALVES, A. A. Desempenho produtivo de cabritos alimentados com glicerina bruta. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 45, n4, p. 690 – 696. 2015 (b).

SCOTON, E. J.; BATTISTELLE, R. A. G. BEZERRA, B.S., AKUTSU, J. A sewage sludge co-composting process using respirometric monitoring method in hermetic rotary reactor **Journal of Cleaner Production**, 121 C, 169-175. 2016.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; FREIRE, W.S.A.; CASTRO, D.A.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 04, p. 563-568, 2006.

SHEN, Y.; CHEN, T. B.; GAO, D.; ZHENG, G.; LIU, H.; YANG, Q. Online monitoring of volatile organic compound production and emission during sewage sludge composting. **Bioresour. Technol.**, 123, 463 – 470, 2012.

SILVA, Adubação nitrogenada em rúcula: Efeitos no crescimento, produtividade e nutrição. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 36 p. 2017.

SILVA, C. H. C.; ROCHA, F. C.; SILVA, L. L. G. G. Production of organic compost from different plant waste generated in the management of a green urban space. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 4, p. 558-565, 2018.

SILVA, F. A. M.; NUNES, G. M.; ZANON, J. A.; GUERRINI, I. A.; SILVA, R. B. RESÍDUO AGROINDUSTRIAL E LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urograndis*. **Ciênc. Florest.**, vol.28, n2, Santa Maria, Apr./June, 2018.

SILVA, K.S.; SANTOS, E. C. M.; BENETT, C. G. S.; LARANJEIRA, L. T.; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, 30: 520-525, 2012.

SOARES, L. R.; PEREIRA, D. C.; MONTEIRO, V. H.; SOUZA, C. H. W.; KLEIN, M. R.; SILVA, M. J.; LORIN, H. F.; L. A. de M.; COSTA, M. S. S. de M. Avaliação de Substratos Alternativos para Produção de Mudas de Repolho. **Rev. Bras. De Agroecologia**, v. 4, n. 2, nov. 2009.

SOUSA, L. B.; STAMFORD, N. P.; OLIVEIRA, W. S.; SILVA, E. V. N.; MARTINS, M. S.; SANTOS, C. E. R. S. Evolution of nutrient availability in maturation phase of composting using proportions of different residues inoculated with *Beijerinckia indica*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, 2018.

SOUZA, A. M. B.; LIRA, M. S.; BARBOSA JUNIOR, L. B.; BANDEIRA, A. C.; SIMONETTI, E. R. S. **Avaliação de substratos alternativos na produção de mudas de repolho em casa de vegetação no extremo norte do Tocantins**. In: XVI ENCONTRO REGIONAL DE AGROECOLOGIA DO NORDESTE. Rio Largo – AL, 2017.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011.

STANLEY, A.; TURNER, G. Composting. **Teaching Science**, V. 56, N. 2, June, 2010.

SUNADA, N. S.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JR. M. A. P.; CENTURION, S. R.; OLIVEIRA, A. B. M.; FERNANDES, A. R. M.; LUCAS JR, J.; SENO, L. O. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n1, p. 178 – 183, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p. 2013.

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

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S.S.; CAVALLARO JUNIOR, M.L.; TELLES, L.M.G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.290-294, abril-junho 2004.

TRAZZI, P. A.; WINCKLER, C.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 455-462, 2012.

TRECHA, R. D. **Produção de mudas de alface em substratos alternativos a partir de sementes peletizadas com vermicomposto bovino, peletizadas comerciais e não peletizadas**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 2017.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas. Instituto Agrônomo. Fundação IAC, 1997.

VÁZQUEZ, M. A.; SOTO, M. The efficiency of home composting programmes and compost quality. **Waste Management**, 64, 39–50, 2017.

VIEIRA, L. M.; CASTRO, C. F. S.; DIAS, A. L. B.; SILVA, A. R. Fenóis Totais, atividade antioxidante e inibição da enzima tirosinase de extratos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, p 521 – 527, 2015.

WARAICH, E. A.; AHMAD, R.; ASHRAF, M. Y. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. **Australian Journal of Crop Science**, Vol 5, No 6, 764–777, Jun 2011.

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

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch.)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical – Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo, Campinas. 2011.

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.