

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAQUELINE DOS SANTOS GONÇALVES PODER

**SUBSTRATO ORGÂNICO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA
CADEIA AVÍCOLA ASSOCIADO À GLICERINA BRUTA: PRODUÇÃO DE MUDAS
DE RÚCULA**



PALOTINA

2018

JAQUELINE DOS SANTOS GONÇALVES PODER

**SUBSTRATO ORGÂNICO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA
CADEIA AVÍCOLA ASSOCIADO À GLICERINA BRUTA: PRODUÇÃO DE MUDAS
DE RÚCULA**

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

Orientadora: Dra. Ivonete Rossi Bautitz

Coorientadora: Dra. Francielly Torres dos Santos

PALOTINA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P742 Poder, Jaqueline dos Santos Gonçalves
Substrato orgânico da compostagem de resíduos da cadeia
avícola associado à glicerina bruta: produção de mudas de rúcula
/ Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder. – Palotina, 2018
52f.

Orientador: Ivonete Rossi Bautitz
Coorientadora: Francielly Torres dos Santos
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Tecnologias de
Bioprodutos Agroindustriais.

1. Substrato. 2. Resíduos orgânicos. 3. Glicerina Bruta.
I. Bautitz, Ivonete Rossi. II. Santos, Francielly Torres dos.
III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 628.4



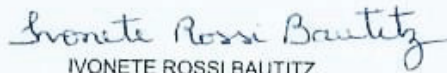
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO TECNOLOGIAS DE
BIOPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em TECNOLOGIAS DE BIOPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JAQUELINE DOS SANTOS GONÇALVES PODER** intitulada: **SUBSTRATO ORGÂNICO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA CADEIA AVÍCOLA ASSOCIADO À GLICERINA BRUTA: PRODUÇÃO DE MUDAS DE RÚCULA**, 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, 06 de Setembro de 2018.


IVONETE ROSSI BAUTITZ

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


MORGANA SUSZEK GONÇALVES

Avaliador Externo (UTFPR)


DILCEMARA CRISTINA ZENATTI

Avaliador Externo (UFPR)

DEDICATÓRIA

A minha família que me apoiou durante todo tempo de curso,
Ao meu filho Davi,
A todos os colegas que contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

Os subprodutos da agroindústria estão sendo cada vez mais valorizados, uma vez que podem ser transformados em produtos com valor agregado, diminuindo assim prejuízos ambientais da sua disposição incorreta. Nesse sentido, a cadeia produtiva de aves destaca-se como grande geradora de material que necessita de transformação/disposição adequada. Somado a isso, a cadeia de produção do biodiesel também gera a glicerina bruta, que é um subproduto passível de utilização. A transformação desses materiais por meio da compostagem em substratos orgânicos alternativos para serem utilizados na produção de mudas, por exemplo, é uma forma de tratamento uma vez que alia os aspectos ambientais aos econômicos e sociais. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o substrato orgânico da compostagem de resíduos da cadeia avícola associado a glicerina bruta na produção de mudas de rúcula. O experimento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. 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, glicerina bruta e o carvão remanescente de caldeira com adição de glicerina bruta (1,5;3,0; 4,5 e 6,0%). Os parâmetros químicos que foram avaliados no substrato produzido foram relação carbono/nitrogênio, nitrogênio, fósforo e potássio (NPK). As avaliações físicas foram de capacidade de retenção de água, determinação de volume e poros dos sólidos, densidade, granulometria, facilidade de retirada do torrão (FRT) e queda livre (QL). Na rúcula os parâmetros avaliados foram as análises fitométricas: número de folhas, altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), número de folhas, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), relação APA/DC e MSPA/MSR, índice de qualidade de Dickson, e o teor de nitrogênio. Ao avaliar a qualidade do torrão das mudas de rúcula em função dos substratos orgânicos alternativos verificou-se que o tratamento com adição de 6% de glicerina bruta apresentou os melhores valores para FRT e QL. Nos parâmetros químicos de NPK dos substratos esses atendem os padrões indicados nas Instruções Normativas IN N° 25/2009, sendo que esses teores podem influenciar no desenvolvimento das plantas. Os substratos orgânicos alternativos com adição de 3,5 e 6,0% de GB no processo de compostagem, não suprimiram a necessidade mínima na diagnose foliar de N nas mudas de rúcula, sendo que não houve diferença estatística entre os tratamentos. As avaliações fitométricas indicaram que a adição de glicerina bruta nos tratamentos não influenciou negativamente a produção de mudas de rúcula.

PALAVRAS-CHAVE: Substrato, resíduos orgânicos, glicerina bruta.

ABSTRACT

Agro-industry by-products are being increasingly valued, since they can be transformed into value-added products, thus reducing environmental damage from their incorrect disposition. In this sense, the productive chain of birds stands out as a great generator of material that needs adequate transformation/disposal. In addition, the biodiesel production chain also generates crude glycerin, which is a viable by-product. The transformation of these materials through composting into alternative organic substrates to be used in the production of seedlings, for example, is a form of treatment since it combines environmental aspects with economic and social ones. In view of the above, the objective of this work was to evaluate the organic substrates of the composting of poultry chain residues associated with crude glycerin in the production of rocket seedlings. The experiment was completely randomized with five treatments and four replicates. The substrates used in these experiments come from organic residues from a poultry slaughtering agroindustry such as hatchery waste, chicken litter, float sludge, tree pruning, sugarcane bagasse, crude glycerin and remaining coal boiler of crude glycerol (1.5, 3.0, 4.5 and 6.0%). The chemical parameters that were evaluated in the substrate produced were carbon/nitrogen, nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) ratio. The physical evaluations were of water retention capacity, volume and pore determination of the solids, density, particle size, ease of removal of the clod (FRT) and free fall (QL). In the arugula, the parameters evaluated were the phytometric analyzes : number of leaves, shoot height (APA), collection diameter (DC), number of leaves, fresh shoot mass (MFPA), fresh root mass dry mass of the shoot (MSPA), dry mass of the root (MSR), total dry mass (MST), APA/DC ratio and MSPA/MSR, Dickson quality index, and nitrogen content. When evaluating the quality of the arugula seedlings as a function of the alternative organic substrates, it was verified that the treatment with addition of 6% of crude glycerin presented the best values for FRT and QL. In the chemical parameters of NPK of the substrates these meet the standards indicated in the Normative Instructions IN N° 25/2009, being that these contents can influence in the development of the plants. The alternative organic substrates with addition of 3.5 and 6.0% of GB in the composting process did not meet the minimum requirement for leaf N diagnosis in the arugula seedlings, and there was no statistical difference between the treatments. The phytometric evaluations indicated that the addition of crude glycerin in the treatments did not negatively influence the production of arugula seedlings.

KEY WORDS: Substrate, organic waste, crude glycerin.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	25
FIGURA 2 - LAVAGEM DAS MUDAS DE RÚCULA.....	26
FIGURA 3 - AVALIAÇÃO FITOMÉTRICA DAS MUDAS DE RÚCULA.....	27
FIGURA 4 - AVALIAÇÃO DE QUEDA LIVRE.....	28
FIGURA 5 - NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> AOS SUBSTRATOS.....	29
FIGURA 6 - GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	32
FIGURA 7 - TEOR DE NITROGÊNIO NAS MUDAS DE RÚCULA CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	40
FIGURA 8 - BILOT DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIAS DE COMPOSTAGEM E RELAÇÃO C/N DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	24
TABELA 2 - QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	30
TABELA 3 -CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	33
TABELA 4 - CARACTERIZAÇÃO DE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	34
TABELA 5-PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DAS MUDAS DE RÚCULA CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	37
TABELA 6 - RELAÇÕES FITOMÉTRICAS DAS MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	PRODUÇÃO DE SUBSTRATO ORGÂNICO	15
2.2	LEGISLAÇÃO APLICADA A SUBSTRATOS ORGÂNICOS.....	17
2.3	QUALIDADE DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS	18
2.3.1	Características físicas dos substratos	18
2.3.2	Características químicas dos substratos	19
2.4	UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	20
2.4.1	Cultivo de mudas em bandejas	20
2.4.2	Qualidade de mudas	21
2.4.3	Cultura teste: Rúcula.....	22
2.4.3.1	Informações comerciais da cultura	22
2.4.3.2	Necessidades Nutricionais da cultura.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Localização do experimento	24
3.2	Origem dos compostos orgânicos	24
3.3	Caracterização dos substratos orgânicos alternativos	25
3.4	Instalação do experimento	26
3.5	Determinações efetuadas na muda no desenvolvimento da cultura	27
3.5.1	Análises fitométricas.....	27
3.5.2	Índice de qualidade Dickson.....	28
3.5.3	Determinação de Nitrogênio nas mudas de rúcula.....	29
3.5.4	Qualidade de retirada do torrão.....	29
3.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	QUALIDADE DO TORRÃO	31
4.2	QUALIDADE DA MUDA	35
5	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1.INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de aves de corte é uma das mais importantes do agronegócio brasileiro. No estado do Paraná, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, em 2015 foi produzido aproximadamente 4 milhões de toneladas de frango, entretanto, essa grande produção contribui significativamente para a geração de resíduos em toda cadeia produtiva.

Outro setor da agroindústria que tem se destacado é o da produção de biocombustíveis, impulsionado sobretudo, pela busca de energias alternativas renováveis. Nesse seguimento, pode-se citar a produção de etanol e de biodiesel. E assim como outras agroindústrias geram resíduos, como o bagaço da cana-de-açúcar e a glicerina bruta do processo de transesterificação do óleo (triglicerídeos) na produção do biodiesel. Com a geração desse resíduo observou-se a necessidade de reduzir esse impacto ambiental e assim surgiu a oportunidade de incorporar esse material a outros resíduos gerando assim fertilizantes orgânicos por meio do processo de compostagem.

A compostagem é uma ferramenta eficiente para o gerenciamento de resíduos orgânicos provenientes da cadeia de aves de corte, bem como para o tratamento da glicerina bruta. Esse processo consiste na degradação da matéria orgânica com a presença de oxigênio e tem como objetivo produzir substratos orgânicos alternativos.

O substrato orgânico alternativo utilizado como fonte de nutrientes e condicionador do solo pode ter em sua composição dejetos e resíduos da produção de animais, podas de árvores, entre outras matérias primas. O substrato pode ser utilizado na produção de culturas, tais como hortaliças, mudas e flores.

A qualidade do substrato orgânico alternativo a ser utilizado na produção vegetal deve ter parâmetros que favoreçam a germinação das sementes, bem como o desenvolvimento das raízes e da parte aérea da planta. Deve apresentar boa estrutura, pH ideal ao cultivo e não deve conter micro-organismos patogênicos e fitotóxicos.

A produção de mudas de qualidade com o uso de substrato orgânico alternativo é influenciada pelos parâmetros físicos e químicos que o substrato dispõe, desde o desenvolvimento da planta até o seu potencial produtivo. A rúcula é uma hortaliça bastante consumida e tem origem no sul da Europa. A produção é do tipo

anual, com temperatura média para seu desenvolvimento e altura variando entre 15 a 20 cm (TRANI, FORNASIER, LISBÃO 1992).

Nesse sentido, a transformação de resíduos por meio da compostagem em produtos com valor agregado é imprescindível tanto pela questão da preservação ambiental como pela questão econômica e social. Diante do exposto, após a obtenção do composto orgânicos produzidos pelo processo de compostagem há a necessidade de avaliar o seu potencial agrônomo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o substrato orgânico da compostagem de resíduos da cadeia avícola associado a glicerina bruta em diferentes doses na produção de mudas de rúcula.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade do torrão das mudas de rúcula 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 rúcula;
- Avaliar a influência dos parâmetros físicos (FRT, QL, granulometria, CRA, volume dos sólidos e dos poros, densidade) dos substratos orgânicos sobre a qualidade e parâmetros fitométricos das mudas de rúcula;
- Avaliar o teor de nitrogênio nas mudas de rúcula em função dos substratos orgânicos alternativos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE SUBSTRATO ORGÂNICO

Segundo Takane, Siqueira, Kampf (2012) "substrato é o meio poroso onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo". Os substratos servem de suporte para o desenvolvimento das plantas pois é onde as raízes fixam-se para absorver água, CO₂ e nutrientes em quantidades suficientes (ZORZETO, 2011).

Resíduos orgânicos podem ser utilizados para a obtenção de substratos de qualidade (SANTOS et al., 2016). A transformação de resíduos agroindustriais em composto orgânico permite a reciclagem de nutrientes e a redução do impacto ambiental o que torna esse processo significativamente benéfico (PRIMO et al., 2010). Nesse sentido, os resíduos gerados na cadeia de produção de aves de corte e de biodiesel configuram-se como potenciais geradores de resíduos orgânicos, os quais podem ser transformados em substratos orgânicos.

Na produção de aves de corte o Brasil destaca-se, pois segundo a Associação Brasileira de proteína animal (ABPA, 2018) existe atualmente nas granjas brasileiras a excelência tecnológica em genética, manejo e ambiência as quais garantiram saltos produtivos e colocaram o país como terceiro maior produtor mundial de carne de frango, com produção de mais de 12 milhões de toneladas anuais.

A expressividade dos números na produção de aves de corte revela a problemática da geração de resíduos. Os resíduos gerados durante a cadeia produtiva de frangos de corte 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 dos aviários. Após a etapa de engorda, quando os frangos são enviados para o abate, são gerados resíduos sólidos, como o lodo de flotor no abatedouro e carvão (da queima na caldeira), além de uma quantidade significativa de efluentes líquidos (COSTA et al., 2016).

Por outro lado, a busca por fontes de energia renováveis e que assegurem o desenvolvimento sustentável levou a investigação intensiva de combustíveis alternativos, como o biodiesel (RIVALDI et al, 2007). O biodiesel é um combustível biodegradável obtido a partir de óleos e gorduras, vegetais ou animais. A principal qualidade do biocombustível é a possibilidade de substituição do diesel. O Biodiesel

pode ser utilizado sem que seja necessária a modificação do motor diesel facilitando sua inserção no mercado (APOLINÁRIO et al., 2012). A principal rota de obtenção do biodiesel é a partir da transesterificação de óleos vegetais com álcoois (metanol e etanol), usando catálise básica (MOTA, SILVA, GONÇALVES, 2009) gerando a glicerina bruta, e demais subprodutos.

Glicerina ou glicerol, cujo termo é usado alternadamente na literatura, com nome oficial IUPAC propano-1,2,3-triol, é um líquido viscoso, incolor, inodoro, higroscópico e com sabor adocicado, sendo um triálcool (MOTA, SILVA, GONÇALVES, 2009). O que viabilizaria o uso da glicerina residual em diferentes segmentos da economia seria sua purificação, entretanto o processo é bastante difícil e oneroso (MENDES, SERRA, 2012).

A utilização de resíduos orgânicos agroindustriais em associação com a glicerina bruta é uma técnica que pode ser explorada nos processos de tratamento e reciclagem energética de nutrientes destes resíduos. Frente aos custos de purificação da glicerina bruta, a compostagem é uma alternativa para agregar valor a este subproduto, transformando-a em fertilizantes orgânicos (NASIRU, ISMAIL, IBRAHIM 2013).

O processo de compostagem é definido como uma técnica aeróbia de tratamento e reciclagem dos nutrientes, na qual os constituintes orgânicos são degradados até que atinjam uma condição estável, reduzindo assim suas características poluentes (NASIRU, ISMAIL, IBRAHIM 2013). O glicerol em sua forma bruta contém elementos nutricionais (fósforo, enxofre, magnésio, cálcio, nitrogênio e sódio) que podem ser usados por microrganismos durante seu crescimento (SABARATMAN e ALI HASSAN, 2012) facilitando a oxidação do material orgânico e acelerando sua estabilização.

Devido ao estado físico da glicerina bruta ser líquido, fator limitante ao processo de compostagem, à adição de biochar (carvão remanescente de caldeira) mostra-se como uma alternativa para manter a eficácia do processo. O carvão remanescente da queima incompleta da madeira em caldeiras para aquecimento da água utilizada nas operações da agroindústria configura-se também, como um resíduo. Esse material apresenta características físico-químicas de baixa condutividade elétrica (PRAYOGO et al., 2014). Além disso, suas características físico-químicas melhoram as propriedades químicas, físicas e biológicas dos compostos orgânicos (DUMROESE et al., 2011; TIAN et al., 2012).

Benites et al., (2009), mencionam o uso de carvão na obtenção de fertilizantes e substratos por meio da compostagem. Bem como, Costa, Costa, Pereira (2014) ressaltam que resíduos orgânicos agroindustriais têm sido amplamente submetidos ao processo de estabilização pela compostagem.

A compostagem quando controlada e estabilizada alcança temperaturas termofílicas, característico da decomposição biológica, gerando o adubo orgânico, o qual pode ser aplicado em lavouras como fertilizante desde que esteja estável, e que não ofereça riscos ao meio ambiente (VALENTE et al., 2009).

Esse tratamento busca eficiência e baixo custo para eliminar restos de carcaças de animais, sendo sua operação totalmente biológico com controle de condições favoráveis, como temperatura, umidade, aeração, tipo de compostos orgânicos existentes, relação carbono/nitrogênio (C/N), granulometria do material e dimensões das leiras (VALENTE et al., 2011). Esse processo surge como uma alternativa para a degradação de resíduos concomitantemente a geração de fertilizantes orgânicos que são coprodutos, alcançando benefícios tanto ambientais, como econômicos e sociais (PEDROSA et al., 2013).

A utilização do substrato dependerá da qualidade do composto orgânico e de seu controle desde o início da compostagem até o armazenamento. Assim alguns fatores críticos para sua utilização devem ser definidos como por exemplo, a matéria orgânica, metais pesados, ausência de patógenos e concentração de nutrientes. (GOUVEIA, 2012).

2.2 LEGISLAÇÃO APLICADA A SUBSTRATOS ORGÂNICOS

Segundo Ministério da Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente (MAPA) existem legislações, desde 1980 que preconizam a inspeção e fiscalização de fertilizantes, inoculantes e corretivos. A qualidade dos substratos tornou-se uma exigência devido ao aumento da competitividade entre as empresas com o propósito de produção e competição (ABREU et al., 2012).

No Brasil, o órgão responsável pela legislação que normatiza as especificações dos substratos orgânicos é o MAPA. Esse órgão também 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, já na IN nº 17 (BRASIL, 2007) é determinado os métodos analíticos para análise de substrato como potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), densidade, capacidade de retenção de água (CRA) e umidade.

2.3 QUALIDADE DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

Os substratos orgânicos comerciais possuem uma variação significativa na sua composição química e física, podendo ser pobre ou rico em nutrientes, dependendo da fonte proveniente, as quais variam desde esterco de animais à capins, serragem de madeira, dentre outras (LUCENA et al., 2004). Uma outra variação é o substrato alternativo que é preparado pelo agricultor e também é utilizado pelo horticultor, porém os substratos comerciais ou alternativos podem ser empregados no cultivo de várias espécies (COSTA, COSTA, PEREIRA, 2014).

O substrato (matéria orgânica) é um forte aliado no cultivo de mudas devido as fontes orgânicas que auxiliam na capacidade de reter umidade e no fornecimento de nutrientes durante a fase de crescimento da cultura (SILVA, CAVALCANTI, ARAÚJO NETO, 2009). No uso da adubação orgânica ativa-se ciclos biogeoquímicos, pois disponibiliza-se nutrientes e energia ao sistema (BUSSATO et al., 2018).

De acordo com Santiago e Rossetto (2018), a adubação orgânica influencia no desenvolvimento das plantas especificamente em funções físicas e biológicas tais como redução do processo erosivo; maior disponibilidade de nutrientes às plantas; menor diferença de temperatura durante o dia e a noite; estimulação da atividade biológica e aumento da taxa de infiltração.

O substrato deve ter características que permitam o desenvolvimento da cultura como ser poroso, permitir as trocas gasosas, favorecer a respiração das raízes e a atividade dos micro-organismos (STEFFEN et al., 2010).

2.3.1 Características físicas dos substratos

A escolha de um substrato de qualidade interfere significativamente na produção de mudas, assim deve-se observar as características químicas e físicas do

produto (WENDLING, GUASTALA, DEDECEK, 2007). As propriedades físicas que devem ser avaliadas são o volume dos sólidos e dos poros, a consistência das partículas úmidas, a densidade, e o espaço de aeração (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012). A granulometria influencia na maneira que ocorre a aeração das raízes, pois a aderência dos grânulos do substrato na raiz dependerá da característica do composto. Dessa maneira, se a granulometria do substrato for pequena aumentará a aderência das partículas a raiz, influenciando na facilidade de retirada do torrão (FAVARIN et al., 2008).

A capacidade de retenção de água (CRA) está ligada ao tipo de substrato e o material que foi utilizado, pois a molécula de água se adere aos poros alterando o tamanho dos mesmos, porém o volume de água pode variar de acordo com a dimensão de cada poro (LUCHESE, FAVERO, LENZI, 2002). Essa determinação do volume dos poros dos sólidos é o resultado da prática de comparação entre componentes e misturas, com o máximo de volume de água retido, seguido de uma drenagem até não ter mais presença de umidade (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012).

Entre as avaliações a relação peso/volume mostra os valores de densidade em um comparativo, pois os substratos com grande número de partículas finas possuem alta densidade o que pode causar uma resistência na expansão das raízes da planta pelo substrato. Por outro lado, a baixa densidade dos substratos caracteriza um material com alta porosidade, assim facilita a mistura com outros nutrientes (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012).

Os poros também passam pela avaliação de espaço de aeração definido como o volume dos poros ocupados por ar quando está em capacidade de recipiente, esses poros podem ser grandes com a função de aeração do substrato, os médios com o fluxo de água ou pequenos que retém água de acesso mais difícil a planta (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012).

2.3.2 Características químicas dos substratos

Quimicamente os substratos precisam disponibilizar nutrientes para auxiliar no desenvolvimento da planta (LUZ et al., 2006). Para a produção de mudas, a composição química do substrato é muito importante, uma vez que o início do desenvolvimento radicular e o enraizamento são diretamente afetados por essas

características (DELARMELINA et al, 2014). Os parâmetros químicos que são os mais importantes para serem avaliados em substratos é o pH e a condutividade elétrica (LACERDA et al, 2006).

O pH tem relação direta com o crescimento da planta, pois ele indica a acidez do substrato, sendo que as faixas de pH variam conforme o substrato. Já a condutividade elétrica mede a salinidade do substrato, valores altos indicam a perda de água pelas raízes manifestando manchas ou queima nas folhas (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012). O pH afeta na solubilidade e na oferta de nutrientes para a planta e a troca de cátions da superfície das partículas do substrato promove a retenção de nutrientes no substrato (ZORZETO, 2011).

Os teores de nitrogênio e potássio são essências para as plantas, no entanto, essa atuação 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).

2.4 UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Um substrato bem preparado e com características adequadas fornece a planta sustentação, nutrição, água, oxigênio, pois exerce a função de solo. Pode-se obter substratos de origem animal, vegetal, mineral e artificial (ROSA et al., 2002).

2.4.1 Cultivo de mudas em bandejas

A exigência de aperfeiçoamento dos sistemas de produção levou a conclusão de que a produção de mudas em cultivos protegidos, auxilia na redução do ciclo da cultura e na diminuição do estresse da planta em seu transplante. Além de que no sistema de cultivo, o substrato utilizado para o desenvolvimento da planta afeta

diretamente no potencial de germinação e desenvolvimento da cultura (LIMA, MARIMON JUNIOR, COUTO, 2012).

Para se obter mudas de qualidade é preciso levar em consideração o tamanho das células da bandeja, pois esse é um fator que interfere no crescimento radicular da planta (REGHIN, OTTO, VINNE, 2003). O cultivo de mudas em bandejas possui a vantagem de proporcionar um controle sanitário e nutricional, facilitar a semeadura e transporte até o local do plantio, além de reduzir a necessidade de replantio (EMBRAPA, 2018).

2.4.2 Qualidade de mudas

Os parâmetros morfológicos a serem avaliados nas mudas são indicados pelo Índice de Qualidade de Dickson (BINOTTO, 2007) porém as análises fisiológicas são um indicativo complementar para auxiliar no plantio das mudas (GOMES et al., 2002).

Os parâmetros morfológicos e fisiológicos podem indicar o comportamento da muda em seu transplante. Esses padrões de análises são influenciados pelo material genético que a planta carrega, pelas sementes, método de cultivo, e até mesmo pelo transporte (GOMES et al., 2002).

Durante o período que as mudas se encontram no viveiro, o substrato é o elemento principal, pois deve possuir uma boa estrutura, alta capacidade de retenção de água (CRA) e alta porosidade para facilitar a drenagem. Além disso, o substrato não deve apresentar substâncias tóxicas (CALDEIRA et al., 2013).

Outro fator que influencia na qualidade das mudas é o volume do substrato para as raízes, de forma que não ocorra a limitação radicular. No entanto, o volume e o tamanho do recipiente de cultivo devem acompanhar o tamanho da planta que será produzida, pois o volume pode afetar no crescimento, já que maior massa de raiz em vaso pequeno pode contribuir na redução por área porosa e em uma disputa maior por oxigênio (PINTO, 2014).

Dentre os parâmetros utilizados para qualificar as mudas estão a facilidade de retirada do tubete e a avaliação de fixação das raízes ao substrato. Desse modo, a produção de mudas em substratos de baixa qualidade pode resultar na desintegração do torrão. No entanto, quando ocorre uma boa agregação da raiz, isso facilita e ocasiona a sobrevivência das plantas, além de um torrão de boa qualidade permitir o transplante eficiente (BOENE et al., 2013).

2.4.3 Cultura teste: Rúcula

A rúcula pertence à família das *Brassicaceae* (TRANI, FORNASIER, LISBÃO, 1992). A cultura possui três espécies a *Eruca sativa* Miller de cultivo anual, a *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC, e a *Diplotaxis muralis* (L.) DC as quais são de cultivo perene (PIGNONE, 1997).

O consumo dessa hortaliça está relacionado a saladas, pizzas e na decoração de pratos, com um sabor característico que vai de amargo a picante (BOLDT, 2014). Possui propriedades nutricionais em potássio, ferro, enxofre e vitamina C, com ação anti-inflamatória e desintoxicante (MEDEIROS, MEDEIROS, LIBERALINO, 2007). Além disso, a rúcula ainda possui os ácidos graxos ômega 3 e 6, que possuem uma cadeia carbônica longa, cuja principal função está relacionada ao desenvolvimento e ao desempenho do cérebro e da retina humana (MARTIN et al., 2006).

Nas últimas duas décadas a produtividade de rúcula cresceu em todas as regiões do Brasil embora seu cultivo seja mais favorável em regiões onde as condições climáticas sejam consideradas amenas, considerando que a produtividade se estenda ao longo do ano (COSTA et al., 2011). Existem outros fatores que interferem no seu cultivo além da temperatura, tais como nutrientes, luminosidade, e disponibilidade de nitrogênio (LINHARES, 2007).

As condições para se ter uma boa produção foliar pode estar ligado a população de plantas na relação de unidade/área que são os espaçamentos entre fileiras, entre plantas e a quantidade de covas. Em um cultivo convencional da rúcula o espaçamento recomendado é de 0,20 a 0,30 m entre linhas e aproximadamente 0,05 a 0,10 m entre plantas após realizado o desbaste (TRANI, FORNASIER, LISBÃO, 1992).

A colheita da cultura inicia em torno de 40 a 60 dias após semeadura, caso a temperatura seja alta pode ocorrer a emissão prematura do pendão floral, e as folhas ficarem com características fibrosas e menores (SILVA, CAVALCANTI, ARAÚJO NETO, 2009).

2.4.3.1 Informações comerciais da cultura

Entre as hortaliças folhosas a Rúcula é uma das mais consumidas no Brasil, e esse consumo aumentou significativamente nos últimos anos. A hortaliça mais

consumida no país é a alface, seguida da chicória e da rúcula (MANTOVANI et al., 2017). O aumento do consumo da rúcula pode ser atribuído ao crescimento populacional e adequações na alimentação (PINTO, 2014). Em 2016, foram consumidas aproximadamente 4.165 toneladas, sendo que as principais cidades produtoras foram Piedade e Ibiúna no estado de São Paulo (CEAGESP, 2018).

Devido as exigências do consumidor por hortaliças de qualidade o produtor passou a investir em novas formas de cultivo para regiões com diferentes condições climáticas (COSTA et al., 2011). O cultivo de rúcula com destino ao mercado apresenta um processo de colheita um pouco diferenciado em relação as outras hortaliças. Nesse processo a rúcula é colhida arrancando a planta inteira (folhas e raízes), e comercializada em maços ou dúzias, os quais devem ser acondicionados em embalagens para transporte (HENZ, MATTOS, 2008). Essa comercialização normalmente é feita com o produto dividido por embalagens com 350 a 500 g em plantios convencionais e 250 a 350 g em plantios hidropônicos (PINTO, 2014).

A produção de hortaliças normalmente está ligada a agricultura familiar, a qual se busca um rápido retorno financeiro. Dessa forma, a cultura de rúcula na qual entre o tempo do plantio até colheita são necessários poucos dias, torna-se interessante do ponto de vista econômico, pois apresenta um ciclo rápido de produtividade (TREVISOLI et al., 2017).

2.4.3.2 Necessidades Nutricionais da cultura

Os vegetais folhosos são altamente exigentes pois, requerem altas taxas de nutrientes em um curto período. Sendo assim, aplicações de nutrientes orgânicos e minerais são comuns no cultivo desses vegetais (MANTOVANI et al., 2017).

No desenvolvimento da rúcula o nitrogênio é um nutriente muito importante, pois quando está em níveis adequados os efeitos são visíveis, como por exemplo observa-se o vigor da hortaliça, aumento no crescimento da parte aérea, crescimento da raiz, coloração verde com maior intensidade, e conseqüentemente ganho de produção. Porém, o excesso de nitrogênio causa queda de produção e decréscimo no número de folhas e de massa fresca e seca da planta (SILVA et al., 2015).

Diante do potencial de comercialização da rúcula, está apresenta-se como cultura teste para avaliar a qualidade dos substratos orgânicos alternativos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O local de implantação do experimento foi na Universidade Federal do Paraná (UFPR – Setor Palotina). A localização da UFPR é na Rua Pioneiro, 2153 Jardim Dallas, Palotina – PR, 85950-000 a qual 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% (IAPAR, 2017).

3.2 Origem dos compostos orgânicos

Os substratos orgânicos utilizados no presente estudo foram obtidos pela compostagem de resíduos agroindústrias. O processo de compostagem foi estudado em uma dissertação do Programa de pós-graduação em Tecnologia de Bioprodutos Agroindustriais da UFPR - Setor Palotina.

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, lodo de flotador 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 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; 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 proporções.

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 apresentando 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: Autor (2018).

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

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 725 nm. 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). Além das análises do pH e condutividade pelo método potenciométrico pela metodologia de Lana et al. (2010).

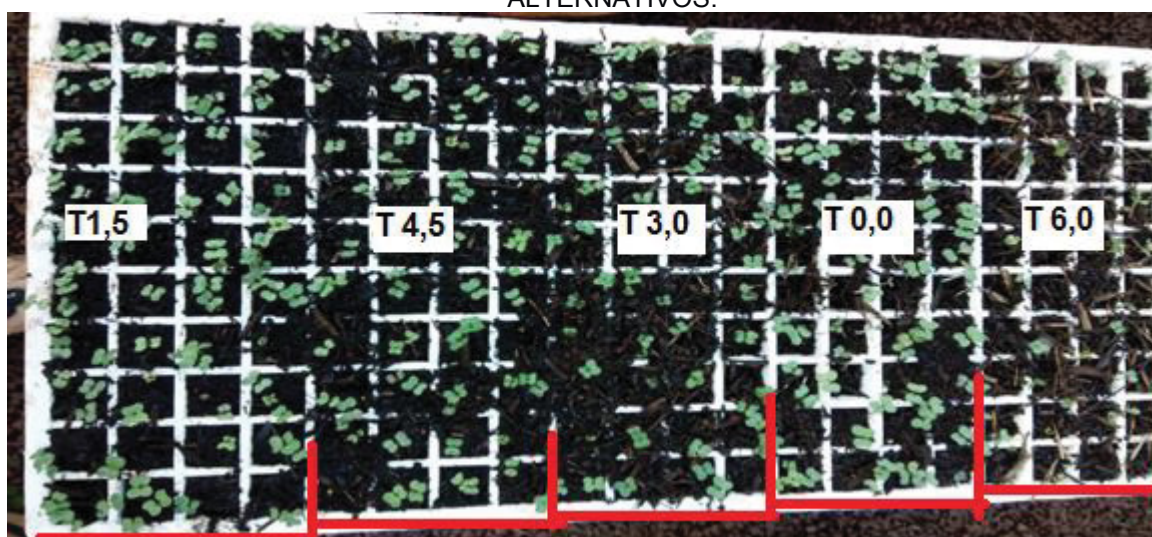
As análises físicas realizadas foram de capacidade de retenção de água (LUCHESE, FAVERO, LENZI, 2002), determinação de volume e poros dos sólidos, densidade (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012) e granulometria adaptada de acordo com a metodologia proposta por Zorzeto, (2011).

3.4 Instalação do experimento

As sementes de rúcula 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 proporção de glicerina bruta (GB) no processo de compostagem (T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0%). O delineamento estatístico foi com cinco tratamentos e quatro repetições.

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 - MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGANICOS ALTERNATIVOS.



FONTE: Autor (2018).

As bandejas receberam os substratos e em cada célula foi implantado de 3 a 4 sementes de rúcula, o desbaste foi realizado quando as mudas atingiram duas folhas permanentes, as demais foram retiradas. As bandejas ficaram acondicionadas em um viveiro o qual não possui controle de temperatura, irrigação e umidade, somente um sombrite em sua cobertura. As mudas foram mantidas no viveiro por 30 dias suspensas do solo, e a cultura foi irrigada de forma manual diariamente pela manhã e à tarde, utilizando água tratada. As avaliações químicas e físicas nas mudas foram realizadas após 30 dias da semeadura.

3.5 Determinações efetuadas na muda no desenvolvimento da cultura

Para a determinação dos parâmetros fitométricos 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 (FIGURA 2). Para a avaliação de nitrogênio as mudas foram lavadas com água e após com água destilada.

FIGURA 2 – LAVAGEM DAS MUDAS DE RÚCULA



FONTE: Autor (2018).

3.5.1 Análises fitométricas

Após 30 dias de semeadura foram realizadas as análises fitométricas nas mudas: número de folhas (NF), altura da parte aérea (APA) e diâmetro do coleto (DC) com auxílio de um paquímetro. Além disso, foi avaliado 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 e a massa seca total (MST) foi obtida por meio da soma das massas da parte aérea e raiz (FERREIRA et al., 2011) (FIGURA 3).

FIGURA 3 - AVALIAÇÃO FITOMÉTRICA DAS MUDAS DE RÚCULA



FONTE: Autor (2018).

3.5.2 Índice de qualidade Dickson

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que avalia os parâmetros morfológicos da planta, foi obtido pela equação 01 (DICKSON et al., 1960).

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{(\text{H}/\text{DC}) + (\text{MSPA}/\text{MSRA})} \quad \text{Equação 01}$$

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).

3.5.3 Determinação de Nitrogênio nas mudas de rúcula

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).

3.5.4 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 (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 (FIGURA 4). Da mesma forma, a avaliação da QL foi realizada por meio de nota (0 a 10).

FIGURA 4 - AVALIAÇÃO DE QUEDA LIVRE.



FONTE: Autor (2018).

O trabalho de Kratz et al. (2013) foi utilizado como parâmetro para a atribuição de notas. Esses autores avaliaram o crescimento 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, quanto a viabilidade e integridade das raízes em relação aos substratos e atribuíram notas de 0 a 10 (0 – ruim e 10 – excelente), conforme a FIGURA 5.

FIGURA 5– NOTAS DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES DE MUDAS DE *EUCALYPTUS BENTHAMII* AOS SUBSTRATOS



FONTE : Kratz et al., (2013).

3.6 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; 4,5 e 6,0%) e quatro repetições totalizando 20 unidades experimentais. A análise de variância (ANOVA) foi realizada para os dados referentes aos parâmetros fitométricos e ao nitrogênio, bem como a qualidade de formação do torrão das mudas. 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.

Os parâmetros fitométricos das mudas foram submetidos à estatística multivariada, pela análise de componentes principais (ACP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DO TORRÃO

Os materiais que constituem o substrato devem ter características que possibilitem o manuseio do produto, como baixo peso que propicia uma melhor drenagem, retenção de umidade para o crescimento e desenvolvimento da planta, um bom sistema radicular aderido ao substrato, favorecendo assim a retirada do torrão no momento do transplante (CORREIA et al., 2000).

A avaliação da facilidade de retirada das mudas indica o quanto o substrato está agregado ao sistema radicular da muda (WENDLING, GUASTALA, DOMINGOS, 2006). Além disso, a homogeneidade e maior volume das raízes podem indicar a quantidade de nutrientes disponíveis nos substratos, pois são características que auxiliam no desenvolvimento das mudas após passarem pelo processo de transplante durante a nova formação de raízes (MACIEL et al, 2017).

Visto que na literatura não há referência para a avaliação de facilidade de retirada do torrão da bandeja de mudas de rúcula, utilizou-se como parâmetro a legenda de notas atribuídas por Kratz et al. (2013) em *Eucalyptus benthamii*, comparando a integridade do torrão para emitir a nota. As notas atribuídas para a qualidade do torrão das mudas de rúcula estão expressas na TABELA 2, 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 2. QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DAS MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.

Tratamento	FRT	QL
T0,0	8,45 ab	8,00 bc
T1,5	8,15 b	7,70 c
T3,0	8,70 ab	8,10 abc
T4,5	9,05 ab	8,70 ab
T6,0	9,35 a	8,85 a

Teste de Tukey – 5% de significância ; FRT: Facilidade de retirada do torrão da bandeja; QL: Queda livre.

FONTE: Autor (2018).

Nas avaliações de Facilidade de retirada do torrão (FRT) observou-se que o tratamento com 6% de glicerina bruta (T6,0), adicionada ao processo de compostagem, obteve a maior nota (9,35). Enquanto que, o tratamento de 1,5% de glicerina bruta (T1,5) apresentou a menor nota (8,15), apresentando assim, diferença estatística em relação ao T6,0.

A agregação das raízes ao substrato está relacionada a baixa biomassa radial e a falta de estrutura sendo capaz de promover a construção de um torrão com baixa formação tornando o processo de retirada do torrão mais difícil. No entanto, quando as mudas obtêm altos valores na avaliação da FRT, podem estar relacionadas aos substratos que proporcionam maior crescimento nas mudas, e que assim contribuíram para a melhor qualidade do torrão (KRATZ et al, 2013).

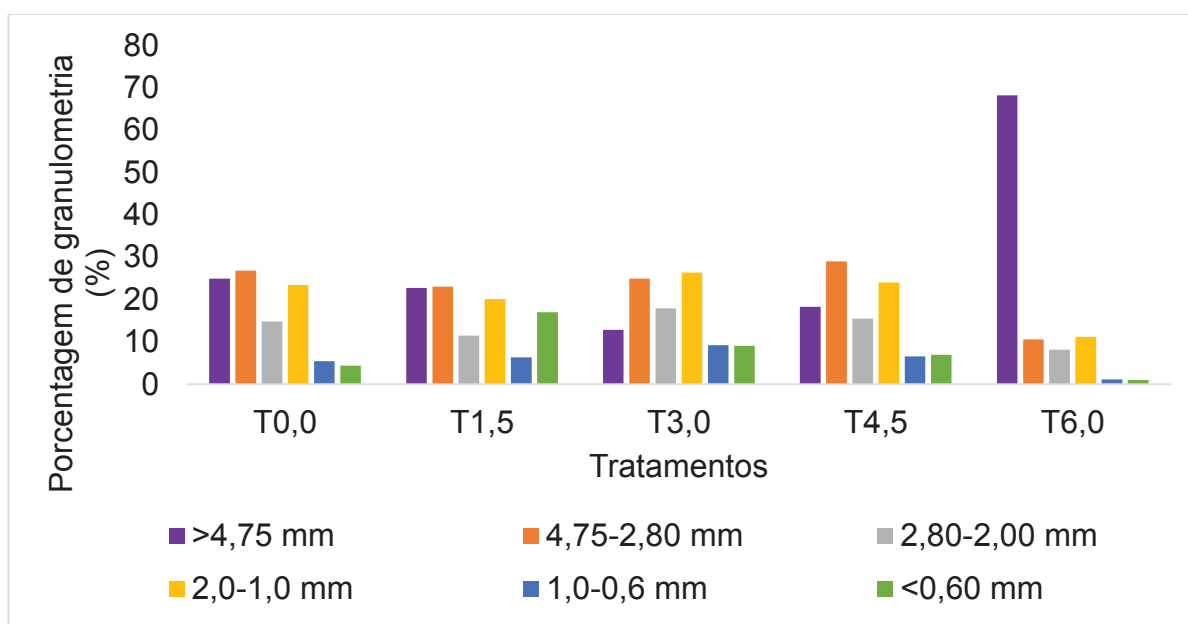
Na avaliação de queda livre (QL), a nota no T6,0 foi de 8,85 e apresentou-se com diferença significativa para o tratamento T0,0 e T1,5 com nota de 8,00 e 7,70, respectivamente. No entanto, as notas nos tratamentos T4,5; T3,0 e T6,0 não apresentaram diferença estatística, conforme observa-se na Tabela 2. Dessa forma, as mudas produzidas em todos os tratamentos com adição acima de 3,0% de GB no processo de compostagem obtiveram altas notas nessa avaliação. Sendo assim, a incorporação da glicerina bruta no processo não afetou os parâmetros avaliados no que diz respeito a qualidade do torrão.

As características físicas dos substratos são primordiais para garantir sua qualidade. Dessa forma, para se ter uma garantia da qualidade dos substratos é indispensável análises que caracterizem as condições físicas com relação ar-água e densidade do substrato (FERRAZ, CENTURION, BEUTLER, 2005).

O manejo dos substratos pode ser feito considerando as propriedades físicas como granulometria, porosidade e capacidade de retenção de água. O conhecimento da granulometria permite a melhor escolha e manipulação do substrato dependendo do sistema de cultivo, uma vez que é possível definir as proporções entre macro e microporosidade e conseqüentemente as relações entre água e ar (ZANETTI et al., 2003).

Para os cinco tratamentos observa-se 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 ultra finos menores que 0,60 mm, como pode ser observado na FIGURA 6.

FIGURA 6. GRANULOMETRIA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS



FONTE: Autor (2018).

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 ultra finas (menores que 0,60 mm). Partículas com diâmetro maior formam os macroporos que são ocupados por ar, já os microporos encontrados em partículas com diâmetro menos são ocupados por água.

Para Schmitz et al., (2002), o volume de água que o substrato é capaz de reter está relacionado com o arranjo dos poros, quanto mais for compactado o substrato, menor serão os tamanhos dos poros. Sendo assim, Paulus et al., (2011) relatam que para ocorrer o favorecimento do espaço de aeração/retenção de umidade o melhor é utilizar substratos que tenha característica de baixa densidade e alta porosidade.

Na TABELA 3 é apresentada a caracterização física dos substratos orgânicos alternativos quanto a capacidade de retenção de água (CRA), volume dos sólidos, volume dos poros, densidade e relação poros/sólidos.

TABELA 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

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

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

FONTE: Autor (2018).

Na avaliação da Capacidade de Retenção de água (CRA) o menor valor foi 71,06% em T3,0, e o maior valor foi 209,09% em T1,5 o que pode ser atribuído ao maior percentual de partículas ultrafinas encontradas nesse tratamento. A capacidade de retenção de água e a baixa porosidade é reflexo do tamanho das partículas do substrato quando são inferiores a 1 mm (LUDWING, GUERRERO, FERNANDES, 2014).

Quando se faz uma relação entre volume de poros/sólidos, verifica-se que nos tratamentos quanto maior a porcentagem de glicerina presente maior os valores encontrados nessa relação. Dessa forma, no T0,0 a relação encontrada foi de 3,17 enquanto que no T6,0 foi 11,50, pois quanto maior o volume dos sólidos presentes no substrato menor é o volume dos poros. Essa relação é importante para compreender as características dos substratos e assim definir a indicação para o melhor manejo.

Para os cinco tratamentos a avaliação da densidade dos substratos demonstrou que o menor valor foi para T6,0, 113,64 gL⁻¹ e o maior valor para T1,5 de 373,68 g.L⁻¹, corroborando com os dados de tamanho de partícula. O substrato com menor densidade é o que tem maior porosidade confirmando a relação Poros/sólidos, pois de acordo com Ludwing, Guerrero, Fernandes (2014), valores de densidade e porosidade então inversamente relacionados.

Segundo De Marco et al., (2016), a densidade de um substrato deve estar abaixo de 400 g L⁻¹ para que o mesmo possa ser utilizado. Dessa forma, os substratos alternativos avaliados nesse estudo atendem essa recomendação, pois apresentaram valores de densidade menores que 400 g.L⁻¹.

Ao analisar os dados do T6,0, tanto na TABELA 02 como na 03, pode-se verificar que as características físicas desse substrato, como menor densidade e alta porosidade, proporcionou a melhor nota no parâmetro facilidade de retirada do torrão e queda livre. Esse resultado demonstra que mesmo a maior concentração de glicerina bruta utilizada nesse tratamento não influenciou negativamente a qualidade física do substrato.

4.2 QUALIDADE DA MUDA

Em um sistema para a produção de hortaliças a qualidade das mudas é fundamental. Entre os requisitos para conseguir um alto índice de produção estão a qualidade genética das sementes, manejo de pragas e doenças, a irrigação e a nutrição proporcionada pelos substratos (NASCIMENTO, PEREIRA, 2016).

A quantidade de nutrientes disponível para o crescimento das plantas é um dos aspectos que influenciam na qualidade do substrato orgânico. Essa disponibilidade pode sofrer influência da composição do substrato, da capacidade de adsorção, pH, estabilização biológica e da presença de compostos orgânicos dissolvidos (LUDWIG et al., 2014). As características químicas dos substratos são apresentadas na TABELA 4.

TABELA 4. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

TRATAMENTO	N	P	K	CE	pH
		g.kg ⁻¹		(mS.cm ⁻¹)	
T0,0	29,20	0,89	9,05	2,32	7,40
T1,5	29,10	0,93	9,02	1,90	7,80
T3,0	31,60	0,98	9,53	2,48	7,59
T4,5	29,50	1,40	9,71	2,62	7,50
T6,0	31,10	0,85	9,33	2,28	7,15

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

Fonte: Autor (2018).

As concentrações de nitrogênio total nos substratos orgânicos alternativos foram de 29,20; 29,10; 31,60; 29,50 e 31,10 g.kg⁻¹ para o T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0, respectivamente. O Ministério da Pecuária, Agricultura e Abastecimento (MAPA) por meio da Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009)

estabelece padrões de comercialização para substratos orgânicos. A IN nº 25 dispõe que o teor mínimo de nitrogênio disponível no substrato deve ser de 0,5% (5 g.kg⁻¹). Desta forma, todos os substratos orgânicos alternativos produzidos com a inclusão de glicerina bruta no processo de compostagem apresentam-se dentro do estabelecido pelo MAPA.

Para a maioria das culturas, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades, daí sua alta exigência (RAIJ et al, 1997), pois esse elemento é fundamental na produção de aminoácidos em plantas refletindo diretamente na produtividade das culturas (VIANA; KIEHL, 2010). Embora os adubos orgânicos mais utilizados possuam nutrientes em teores geralmente baixos e desbalanceados, principalmente o nitrogênio e o fósforo, estes nutrientes possuem uma liberação mais lenta que os adubos minerais, dependendo da mineralização da matéria orgânica, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo, o que muitas vezes favorece o aproveitamento (RAIJ et al, 1997).

O fósforo é um nutriente importante para desenvolvimento das plantas, uma vez que possui influencia em reações vitais para as plantas e sua ausência impede que a planta complete seu ciclo de vida (ALMEIDA et al., 2009). Dessa forma, níveis insatisfatórios de fósforo, da mesma forma que potássio, retardam o crescimento inicial da planta e provoca redução considerável na produtividade (SEVERINO et al., 2006). Os tratamentos dos substratos orgânicos alternativos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 apresentaram 0,89; 0,93; 0,98; 1,40 e 0,85 g.kg⁻¹ de fósforo total, respectivamente. Em compostos orgânicos a IN nº 25 dispõe que o valor de fósforo apenas seja apresentado na rotulagem sem estipular uma referência.

O potássio é, geralmente, o segundo elemento extraído em maior quantidade pelos vegetais (RAIJ et al, 1997), sendo necessário uma maior concentração durante o período de crescimento vegetativo, pois a falta desse nutriente pode limitar a fotossíntese, e reduzir o crescimento (REIS et al, 2012). A absorção do potássio ocorre na forma iônica (K⁺) e bem semelhante à do fósforo no qual é necessário a difusão do elemento (RAIJ, 1991). A absorção de potássio se dá pelo plasmalema das células das raízes. O papel do potássio nos processos fisiológicos das plantas está associado a produção de fotoassimilados essenciais ao seu desenvolvimento (RÖMHELD; KIRKBY, 2010). As concentrações de potássio nos substratos orgânicos alternativos apresentam-se semelhantes em todos os tratamentos, acima de 9 g.kg⁻¹.

O valor de pH e condutividade elétrica são as propriedades químicas mais importantes a serem avaliadas antes do uso do substrato e devem ser monitorados durante o cultivo. A condutividade elétrica (CE) é uma medida usada para avaliar a salinidade do substrato. Quando o valor for muito alto, ocorre perda de água pelas raízes, podendo ocasionar murchas ou queima visíveis nas folhas (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012).

Segundo Gávilan (2004), valores de CE abaixo de $0,74 \text{ mS.cm}^{-1}$ são considerados muito abaixo do ideal para nutrição de mudas já entre $0,75$ e $2,0$ são considerados valores adequados para a produção de mudas de hortaliças. No entanto, valores acima de 5 mS.cm^{-1} podem causar redução de crescimento pela salinidade, ocasionando a queimadura das raízes e provocando a murcha das mudas. Os valores de CE presentes nos substratos orgânicos alternativos estão apresentados na TABELA 4 e verifica-se que nos tratamentos o menor valor de CE foi no T1,5 ($1,90 \text{ mS.cm}^{-1}$) e em T4,5 foi o maior valor encontrado ($2,62 \text{ mS.cm}^{-1}$), estando de acordo com os mencionados por Gávilan (2004).

Segunda IN nº 25/2009 o valor mínimo de pH para fertilizantes orgânicos deve ser de 6. O pH representa o grau de acidez do substrato. Está relacionado com o crescimento das plantas, porque afeta a disponibilidade dos nutrientes e alguns processos fisiológicos (TAKANE, SIQUEIRA, KAMPF, 2012). O pH dos substratos foram de 7,40; 7,80; 7,59; 7,50 e 7,15 para os tratamentos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0, respectivamente. Em todos os substratos orgânicos alternativos o pH está dentro da faixa de neutralidade preconizado pela IN nº 25/2009.

Considerando assim as características químicas dos substratos orgânicos alternativos, a avaliação da qualidade das mudas produzidas foi realizada a partir das análises de altura de parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) (TABELA 5).

TABELA 5. PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DAS MUDAS DE RÚCULA CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS.

Tratamento	DC	APA	NF	MFPA	MSPA	MFR	MSR
	mm	cm	-	g	g	g	g
T0,0	1,24 a	6,52 a	5,50 a	0,34 a	0,05 a	0,09 b	0,02 a
T1,5	1,29 a	6,52 a	5,16 a	0,34 a	0,05 a	0,10 ab	0,01 a
T3,0	1,33 a	6,76 a	5,33 a	0,34 a	0,05 a	0,10 ab	0,01 a
T4,5	1,39 a	7,39 a	6,00 a	0,37 a	0,06 a	0,11 a	0,02 a
T6,0	1,44 a	7,46 a	6,66 a	0,38 a	0,06 a	0,11 a	0,02 a

Teste de Tukey – 5% de significância; APA: Altura de Parte aérea; DC: Diâmetro do coleto; NF: Número de folha; MFPA: Massa fresca da parte aérea; MSPA: Massa seca da parte aérea; MFR: Massa fresca da raiz; MSR: Massa seca da raiz.

FONTE: Autor (2018).

O diâmetro do coleto (DC) das mudas pode variar dependendo das condições do meio, por exemplo fatores como sombreamento pode prejudicar o desenvolvimento do DC, mas normalmente em viveiros as condições são homogêneas (CARPANEZZI, 1991). Considerando que esse estudo foi conduzido em viveiro não observou-se diferença significativa entre os tratamentos sendo que o diâmetro do coleto variou de 1,24 a 1,44 mm.

Da mesma forma, a altura da parte aérea (APA) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos variando de 6,52 a 7,46 cm. A altura de parte aérea é influenciada pelo contato da raiz com o solo, assim quanto maior o contato maior a absorção de nutrientes (BEUTLER, CENTURION, 2004). Os substratos orgânicos alternativos produzidos com a adição de 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0% de glicerina bruta não influenciaram negativamente o desenvolvimento da parte aérea das mudas de rúcula, pois são iguais estatisticamente as mudas produzidas no substrato sem a adição de glicerina bruta, resultado semelhante ao parâmetro intimamente ligado, massa fresca da parte aérea.

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

As folhas são responsáveis pelo processo de fotossíntese. O surgimento das folhas influencia no índice de área foliar que absorve a energia solar, assim quanto maior o número de folhas na planta, maior a cobertura vegetal (FAGUNDES et al., 2009). Nos substratos orgânicos avaliados não houve diferença estatística entre os

tratamentos para o parâmetro número de folhas, sendo que a média dos valores ficaram entre 5,16 e 6,66 folhas por muda. O número de folhas está diretamente relacionado com a comercialização da rúcula uma vez que um maço com maior número de folhas atrai mais a atenção do consumidor.

A raiz exerce a função de fixação da planta no solo, absorção da água e sais minerais, armazenamento de carboidratos (amido) e compostos orgânicos, e é o local onde ocorre a biossíntese de moléculas como alcalóides e hormônios vegetais (VIEIRA et al., 2010). Os valores encontrados na avaliação da massa seca da raiz (MSR) não indicaram diferença significativa entre os tratamentos, variando entre 0,01 e 0,02 g. Em contrapartida, para a massa fresca da raiz (MFR) houve diferença estatística entre os tratamentos, maiores valores foram encontrados nos tratamentos com adição de glicerina bruta (4,5 e 6,0%).

Caixeta et al., (2017) avaliaram o desempenho da rúcula cultivada em diferentes modos de adubação (esterco bovino e Mono Amônio Fosfato, cama de frango e adubo mineral) além do tratamento testemunha sem adubação no plantio. Os autores relataram que não houve diferença significativa para o parâmetro de MFR entre os cultivos com adubo mineral e a testemunha, porém tanto o adubo mineral quanto a testemunha apresentaram valor de MFR superior ao cultivo adubado com esterco bovino com adição de mono amônio fosfato.

A relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto; relação da massa seca da parte aérea e raiz; índice de qualidade Dickson são apresentadas na TABELA 06. A relação entre a altura da parte aérea e diâmetro do coleto (APA/DC), demonstra o índice de equilíbrio de crescimento dessas duas propriedades morfológicas (DUARTE et al., 2015). A relação APA/DC variou de 5,02 a 5,32 não apresentando assim diferença estatística entre os tratamentos.

TABELA 6. RELAÇÕES FITOMÉTRICAS DAS MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS

TRATAMENTO	APA/DC	MSPA/MSR	IQD
T0,0	5,21 a	2,70 a	0,010 a
T1,5	5,02 a	3,16 a	0,008 a
T3,0	5,04 a	2,86 a	0,009 a
T4,5	5,32 a	2,92 a	0,010 a
T6,0	5,16 a	3,27 a	0,010 a

Teste de Tukey – 5% de significância; 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 e IQD: Índice de qualidade Dickson.

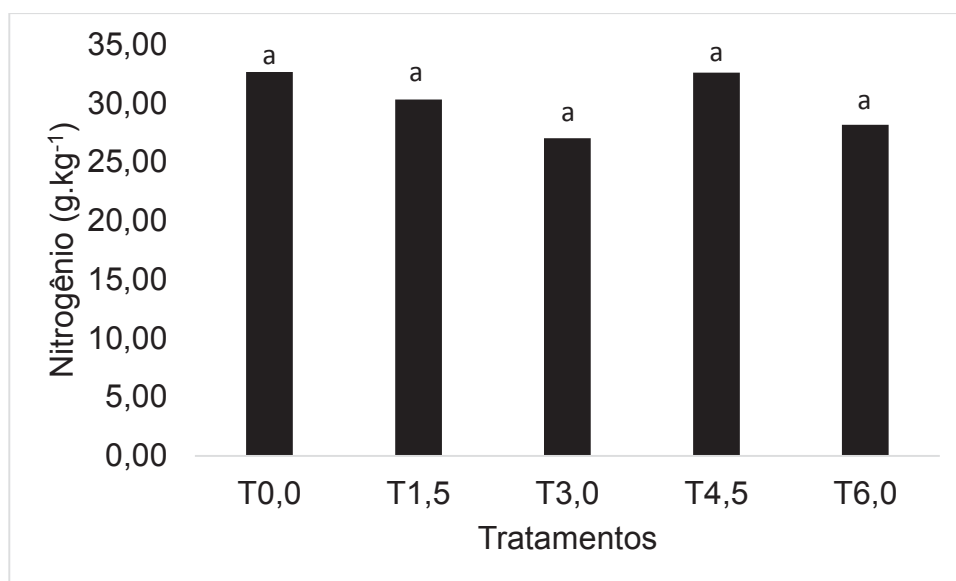
FONTE : Autor (2018)

A relação entre massa seca da parte aérea e raiz (MSPA/MSR) também é um parâmetro utilizado para indicar a qualidade de mudas produzidas em substratos, (FONSECA et al., 2002). A relação entre MSPA/MSR obtidas nesse estudo foi de 2,70; 3,16; 2,86; 2,92 e 3,27 para as mudas de rúcula cultivadas nos tratamentos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0, respectivamente. Esses dados corroboram com estudo de Duarte et al. (2015), que avaliaram o efeito de doses de potássio e enxofre no crescimento e qualidade de mudas de *Platymenia foliolosa* Benth. (Vinhático), pois esses autores da mesma forma obtiveram média entre 2 e 3 neste parâmetro.

O índice de qualidade Dickson (IQD) representa a qualidade das mudas, esse parâmetro é realizado por medida morfológica, pois considera o vigor e a distribuição da fitomassa (ELOY et al., 2013). Os IDQ foram de 0,010; 0,009; 0,009; 0,010 e 0,011 nos tratamentos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0. Não houve diferenças entre as mudas cultivadas nos substratos alternativos.

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. O solo já possui teores de nitrogênio em sua composição, porém em algumas fases de desenvolvimento as plantas podem necessitar de um maior teor nutricional (RAIJ, 1991). O teor de nitrogênio presente nas mudas de rúcula cultivadas nos substratos alternativos está apresentado na FIGURA 7.

FIGURA 7. TEOR DE NITROGÊNIO NAS MUDAS DE RÚCULA CULTIVADAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS



Teste de Tukey – 5% de significância
FONTE: Autor (2018).

Encontra-se na literatura valores de referência de nitrogênio em diagnose foliar para culturas da família das *Brassicaceae*, tais como agrião, couve e repolho com indicação de 30 a 40; 30 a 55 e 30 a 50 g.kg⁻¹, respectivamente (RAIJ et al, 1997). A quantidade de N das mudas de rúcula foram de 32,65; 30,30; 27,02; 32,60 e 28,18 g.kg⁻¹ nos tratamentos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0, respectivamente. Não houve diferença estatística entre os tratamentos e a quantidade de nitrogênio presente nas mudas. No entanto, as mudas de rúcula cultivadas nos tratamentos T3,0 e o T6,0 apresentaram-se com concentração de nitrogênio menor do que o indicado para culturas da família das *Brassicaceae*.

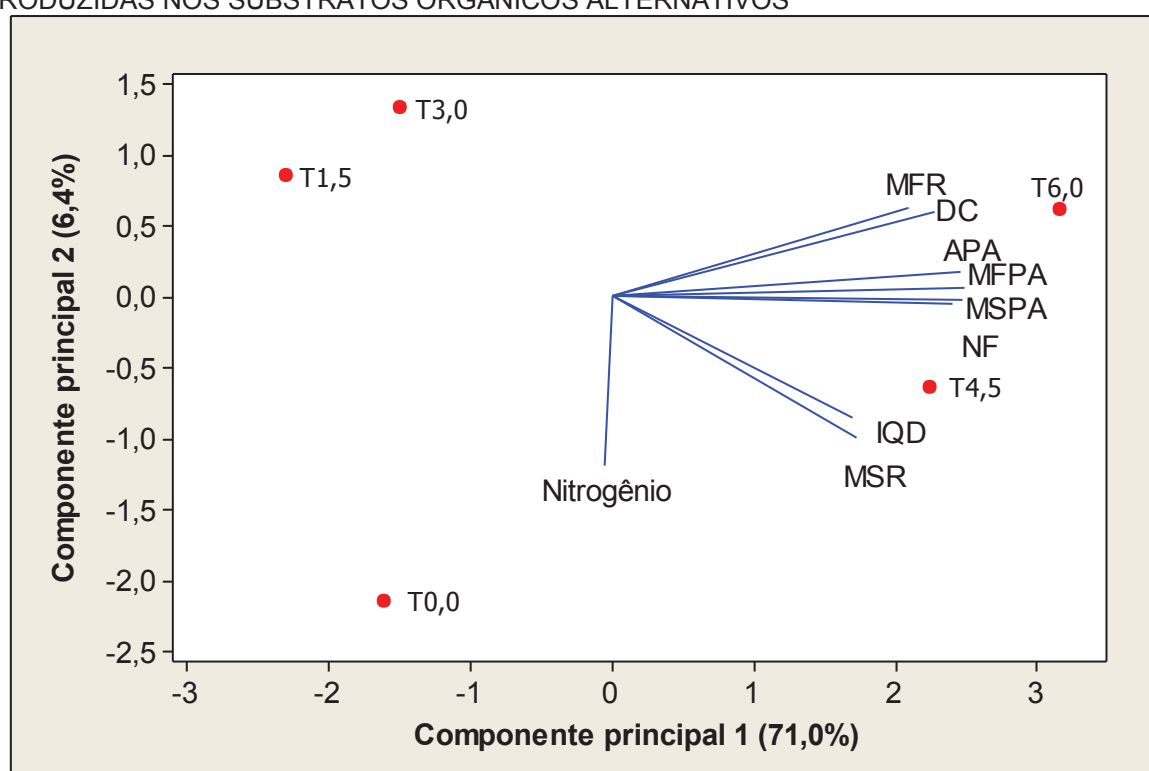
O movimento do nitrogênio no solo é governado pelo fenômeno de fluxo de massa e logo após o contato do nitrogênio com a raiz tem-se o processo de absorção pelas plantas (SILVA, 2017). O nitrogênio atua como constituinte básico das proteínas e enzimas, clorofila, ácidos nucleicos, além de participar da síntese de hormônios vegetais, fato que justifica a sua alta demanda nas culturas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A análise multivariada de dados é um conjunto de técnicas matemáticas capaz de processar dados de diversas variáveis simultaneamente, gerando informações úteis para comparação (RODRIGUES; SELLITTO, 2009). Uma das ferramentas disponíveis dentro da análise multivariada é a análise de componentes principais (ACP). Assim, a técnica ACP permite a identificação de padrões em dados e sua

expressão de forma que suas semelhanças e diferenças sejam enfatizadas, por meio de vetores direcionais (ESPIRÍTO SANTO, 2012).

As variáveis submetidas a ACP foram, altura de parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), nitrogênio (N), e índice de qualidade de Dickson (IQD). Na FIGURA 8 é apresentado o Biplot da componente principal 1 e 2.

FIGURA 8. BIPLLOT DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS MUDAS DE RÚCULA PRODUZIDAS NOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS ALTERNATIVOS



FONTE : Autor (2018).

Observa-se que as variáveis se correlacionam positivamente com a componente principal 1 (CP1). Este componente representa 71,0% da variância total dos dados. Dessa forma, os tratamentos produzidos com resíduos gerados na cadeia de aves, com concentração de 4,5 e 6,0% de GB apresentam-se com valores superiores de APA, DC, NF, MFPA, MSPA, MFR e IQD do que as mudas produzidas nos substratos com menores concentrações de GB.

A componente principal 2 (CP2) é responsável por 6,4% da variância total dos dados e explica a variável N. De acordo com a CP2 o maior teor de N está nas mudas

produzidas nos substratos sem adição de GB ao processo de compostagem. Assim, componente principal 1 e 2 totalizam 77,4% da explicação dos dados.

5. CONCLUSÃO

A adição de glicerina bruta no processo de compostagem favoreceu a qualidade de formação do torrão das mudas de rúcula produzidas nos substratos orgânicos alternativos. A adição de 6,0% de glicerina bruta no processo de compostagem apresentou-se com os melhores valores para FRT e QL. A composição de NPK dos substratos orgânicos alternativos influenciou positivamente apenas na massa fresca da raiz.

As características físicas dos substratos orgânicos alternativos não afetaram os parâmetros fitométricos das mudas de rúcula. A adição de 4,5 e 6,0% de glicerina bruta no processo de compostagem favoreceu o incremento de MFR das mudas.

Os substratos orgânicos alternativos com adição de 3,5 e 6,0% de GB no processo de compostagem, não supriram a necessidade mínima na diagnose foliar de N nas mudas de rúcula.

Sendo assim, mediante todas as avaliações realizadas pode-se concluir que a utilização de substratos orgânicos alternativos com diferentes proporções de glicerina bruta não afetou negativamente o desenvolvimento de mudas de rúcula.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F.; DIAS, R. S.; ABREU, C. A.; GONZALEZ, A. P. Reavaliação dos critérios constantes na legislação brasileira para análises de substratos, **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, v. 71, p. 106-111, 2012.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Expedição Avicultura 2015**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>>. Acesso em 26 jun. 2018.
- 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, p. 206-211, 2009.
- APOLINÁRIO, F. D. B.; PEREIRA, G. F.; FERREIRA, J. P. Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, p. 141-146, 2012.
- BENITES, V. M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: aprendendo com as Terras Pretas de Índio. IN: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B.; LIMA, H. N.; WOODS, W. **AS TERRAS PRETAS DE ÍNDIO DA AMAZÔNIA**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. EMBRAPA, 2009, p. 285-296.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Matéria Seca e altura das plantas de soja e Arroz em função do grau de Compactação e do Teor de Água de dois Latossolos. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.24, p.142-149, 2004.
- BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de Eucalyptus grandis W.Hill ex Maid e Pinus elliotti var. elliotti – Engelm.** Dissertação (Tese de mestrado), Santa Maria, 2007.
- BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, v. 43, p. 407 - 420, 2013.
- BOLDT, R. H. **Formação de mudas e produção de rúcula em função dos substratos**. 37f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA Nº 17. **Diário Oficial da União**. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, DF, nº 99, 24 maio 2007. Seção 1.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA Nº 25. **Diário Oficial da União**. 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, DF, nº 173, 23 julho 2009. Seção 1.

BUSSATO, J.G.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B.; BAUDOTTO, M. A.; AGUIAR, N. O.; ROSA, R. C. C.; SHIAVO, J. A; MARCIANO, S. R.; OLIVARES, F. L. **Guia para a Adubação Orgânica**. Disponível em: <
<https://bay182.mail.live.com/mail/ViewOfficePreview.aspx?messageid=mgSdT2ZkX65BGeOwAjfeMzfA2&folderid=flinbox&attindex=1&cp=-1&attdepth=1&n=77906157> >
Acesso em: 18 abr. 2018.

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

CAIXETA, M.M.A de. ; ALMEIDA, M.J.; WINDER, A.R.S.; DARIN, E.P.; BUSO, W.H.D. Desempenho da rúcula cultivada em diferentes modos de adubação. **Revista Mirante**, Anápolis,GO, v. 10, p.191-200, 2017.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.37, p.31-39, 2013.

CARPANEZZI, A. A. Sociedade de investigações florestais. Universidade Federal de Viçosa, MG, **Revista Árvore**, V. 15, 1991.

CEAGESP. **A Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo**. Rúcula. Disponível em :<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/rucula-2/>. Acesso em 23/05/2018.

CORREA, M. P. F.; GADELHA, J. W. R.; CORREIA, D.; ROSSETTI, A. G.;RIBEIRO, E. M. Efeito de substratos e da idade do porta-enxerto na Formação de mudas de cajueiro anão precoce (*anacardium occidentale* L.) em Tubetes. EMBRAPA, **Comunicado técnico**, p 1-5, 2000.

COSTA, L.A.M.; COSTA, M.S.S.; PEREIRA, D.C. Composto orgânico e pó de rocha como constituintes de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 07, p.16 – 25, 2014.

COSTA, C. M. F ; JÚNIOR, S.S.; ARRUDA, G. R ; SOUZA, S. B. S . Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto, **Ciências Agrárias**, Londrina, V.32, p. 93-102, 2011.

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.

DE 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**. p.13, 2016.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O., ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudanças de *Sesbania virgata*. **Revista Floresta e Ambiente** 2014; 21(2):224-233. 2014.

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.

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 foliolosa* benth.) Em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, p. 221-229, 2015.

DUMROESE, R. K.; HEISKANEN, J.; ENGLUND, K.; TERVAHAUTA, A. Pelleted biochar: chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, p. 2018-2027, 2011.

ELOY, I.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, p. 373 - 384, 2013.

EMBRAPA. Cultivo de tomate para industrialização. Embrapa Hortaliças **Sistemas de Produção**, 1 - 2ª Edição Versão Eletrônica Dez./2006. Disponível em: < https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustriaI_2ed/mudas.htm > Acesso em :27/07/2018.

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

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; FILHO, M. P. B.; RIBAS, I. C. P. Massa da Matéria seca da parte aérea e Absorção de nitrogênio pelo Feijoeiro em Solo de Várzea. **Documentos IAC**, Campinas, 85, 2008.

FAGUNDES, L. K.; STRECKII, N. A.; LOPES, S. J.; ROSA, H. T.; WALTER, L.; ZANON, A. J. Desenvolvimento vegetativo em diferentes hastas da planta de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.657-663, 2009.

FAVARIN, J. L.; FAVARIN JUNIOR, J. L.; REIS, A. R. ; CAMARGO, F. T. Metodologia para estimar a estabilidade do conjunto muda x substrato de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.34-38, 2008.

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

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras, MG, 2 Ed, p.676, 2011.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob

diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, p.515-523, 2002.

GÁVILAN, M. U. **Tratado de cultivo sin suelo**. 3. ed. Almería, ES: S.A. Mundi-pensa. 2004.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S, L, R. Parâmetros morfológicos na Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, p.655-664, 2002.

GOUVEIA, J. G. **Diretrizes para uso de composto orgânico na Agricultura: proposta para municípios com até 100.000 habitantes**. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Barbara do Oeste, 2012.

HENZ, G. P.; MATTOS, L. M. Manuseio pós-colheita da rúcula. **Comunicado técnico**. Distrito Federal (DF) : EMBRAPA, 2008.

HIGUTI, A. R. O.; SALATA, A. C.; 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**, 2009.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. Utilização de Resíduos Urbanos e Agroflorestais para Produção de Mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. **Revista Floresta e Meio Ambiente**, V.20, p 530-537, 2013.

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

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, p.163-170, 2006.

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

LIMA, S. L.; MARIMON JUNIOR, B. H.; COUTO, C. A. **Desenvolvimento de mudas de rúcula em substratos condicionados com biochar e esterco bovino**. Convibra, 2012.

LINHARES, P. C. F. **Produção de Rúcula em Função de diferentes quantidades e tempos de decomposição de Jitirana**. 58f. Dissertação (Mestrado em ciências). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2007.

LUCENA, A. M. A.; COSTA, F. X.; SILVA, H.; GUERRA, H. O. C. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, Campina Grande – PB, V.4, 2004,

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

LUDWING, F; FERNANDES, D. M; GUERRERO, A. C; VILLAS BÔAS, R. L. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gerbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, V.32, p.184-189, 2014.

LUZ, P. B.; TAVARES, A. R., PAIVA, P. D. O.; MASSOLI, L. A. L.; AGUIAR, F. F. A.; SHOHEY KANASHIRO, S.; STANCATO, G. C.; LANDGRAF, P. R. C. Efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder (PALMEIRA-RÁFIA). **Revista Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 429-434, 2006.

MACIEL, T. C. M.; SILVA, T. I.; ALCANTARA, F. D. O.; MARCO, C. A.; NESS, R. L. L. Substrato à base de pequi (*Caryocar coriaceum*) na produção de mudas de tomate e pimentão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS, v. 4, p. 9-16, 2017.

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

MANTOVANI, J. R.; CARRERA, M.; MOREIRA, J. L. A.; MARQUES, D. J.; SILVA, A. B. Fertility properties and leafy vegetable production in soils fertilized with cattle manure, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, p. 825 – 836, 2017.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, p. 761-770, 2006.

MEDEIROS, M. C. L.; MEDEIROS, D. C.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, p. 158-161, 2007.

MENDES, D. B.; SERRA, J. C. V. Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento. **Revista Liberato**, v. 13, p. 01-XX, 2012.

MOTA, C. J. A., SILVA, C. X. A., GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, V. 32, p.639-648, 2009.

NASCIMENTO, W. R.; PEREIRA, R. B. **Produção de mudas de hortaliças**, Brasília, DF: Embrapa, 2016.

NASIRU, A.; ISMAIL, N.; IBRAHIM, M. H.; Vermicomposting: tool for sustainable ruminant manure management. **Journal Waste Management**, Article ID 732759, V. 2013, p.1-7, 2013.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E.; GARLET, T. M. B. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, p.90-97, 2011.

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. M. T. R. Monitoramento dos Parâmetros Físico-Químicos na compostagem de Resíduos Agroindustriais. **Revista Nativa**, Sinop, v. 01, p. 44-48, 2013.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: A mediterranean crop for the world**. Report of a Workshop. 1996, Legnaro (Padova), Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. p.2-12,1997.

PINTO, G. P. **Cultivo Orgânico de rúcula em diferentes ambientes, volumes e concentrações de composto nos substratos**. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco - 2014.

PRIMO, D. C., FADIGAS, F. S.; CARVALHO, J. C. R.; SCHIMIDT, C. D. S.; BORGES FILHO, A. C. S. 2010. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, V.14, p.742-746,2010.

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

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. (**Boletim Técnico**, 100) 2. Ed, Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, p.285, 1997.

REIS, B. E.; PAIVA, H. N.; BARROS, T. C.; FERREIRA, A. L.; 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, 2012.

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

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html>. Acesso em: 29/05/2018.

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, p. 563-568, 2006.

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

SILVA, L. J. B.; CAVALCANTE, A. S.; ARAÚJO, S. E. N.; Produção de mudas de rúcula em bandejas com substratos a base de resíduos orgânicos. **Revista Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, V. 33, p. 1301-1306, 2009.

SILVA, E. M. B.; CLÁUDIO, A. A.; LEMES, C. E.; BAR, L.; SANTO, E. S. E.; PACHECO, A. B. Nitrogênio na produção, Índice de Clorofila e uso de Água no Cultivo de rúcula. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11; 2015.

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

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; BEMFICA, R.; BELLÉ, R. Húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada como substratos para a produção de mudas de boca-de-leão. **Acta Zoológica Mexicana**, p. 345-357, 2010.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. van der. Tamanho da célula de diferentes bandejas na produção de mudas e no cultivo do pak choi na presença e na ausência do agrotêxtil, **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, p. 61-67, 2003.

RIVALDI, J. D.; SARROUH, B.; FIORILO, R.; SILVA, S. S. Glicerol de biodiesel: Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, V. 37, p. 44-51, 2007.

RODRIGUES, D. M.; SELLITTO, M. A. Análise do desempenho de fornecedores de uma empresa de manufatura apoiada em análise de aglomerados. **Production**, v4.19, p.55-69, 2009.

ROSA, M. F.; Bezerra, F. C.; Correia, D.; Santos, F. J. S.; Abreu, F. A. P.; Furtado, A. A. L.; Brígido, A. K. L.; Norões, E. R. V. Utilização da casca de coco como substrato agrícola. **Embrapa Agroindústria Tropical**, 1 ed, p. 24, 2002.

SANTOS, F. T.; LUDWIG, F.; COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. C.; REMOR, M.; SILVA, P. E. R. Growth analysis of potted gerbera conducted with mineral fertilization and organic fertigation. **Revista Ciencia e Investigación Agraria**, 43(1):111-120. 2016.

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

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

TIAN, Y.; SUNA, X.; LI, S.; WANG, H.; WANG, L.; CAO, J.; ZHANG, L. Biochar made from green waste as peat substitute in growth media for *Calathea rotundifolia* cv. Fasciata, **Scientia Horticulturae**, v.143, p. 15-18,2012.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. Campinas: IAC. (**Boletim técnico 146**). p.8 1992.

TREVISOLI, E. D. V. G.; MENDONÇA, H. F. C.; DILDEY, O. D. F.; DARTORA, J.; RISSATO, B. B.; RONCATO, S. C.; KLOSOWSKI, E. S.; TSUTSUMI, C. Y.; ECHER, M. M. Ambiência e Desempenho produtivo de Rúcula cultivada em diferentes espaçamentos. **Revista Scientia Agraria Paranaensis – Sci**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, p. 230-236, 2017.

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. **Revista Archivos Zootecnia**, v.58, p. 59-85, 2009.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MANZKE, N. E.; MORAES, P. D. O.; ROLL, V. F. B. Compostagem da mistura de carcaças de frangos de corte e cama de aviário. **Revista Scientia Agrárias**, v.2, p.135-152, 2011.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p.975-982, 2010.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luís : EDUFMA, p.230, 2010.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de Mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, p.209-220, 2007.

WENDLING, I, I.; GUASTALA, D.; DOMINGOS, D. M. Substratos para produção de mudas de Erva-mate em Tubetes Plásticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, p.21-36, 2006.

ZANETTI, M.; FERNANDES, C.; CAZETTA, J.O.; CORÁ, J. E.; MATTOS JUNIOR, D. **Caracterização física de substratos para a produção de mudas e porta-enxertos cítricos sob telado**. UNESP ,Jaboticabal, SP, p. 1-15, 2003.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch)**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical – Gestão de Recursos Agroambientais) Instituto Agronômico, Campinas. 2011.