

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

Produção de Mudanças de Hortaliças Orgânicas e de
Microverdes em Substratos Formulados com
Composto de Casca de Banana

Priscilla Rodrigues Ruella

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE HORTALIÇAS ORGÂNICAS E DE
MICROVERDES EM SUBSTRATOS FORMULADOS COM
COMPOSTO DE CASCA DE BANANA**

PRISCILLA RODRIGUES RUELLA

Sob a Orientação do Professor
Dr. Marco Antônio de Almeida Leal

e

Coorientação do Professor
Dr. Wellington Mary

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da UFRRJ.

Seropédica, RJ
Novembro de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

R921 Ruella, Priscilla Rodrigues, 1986-
Produção de mudas de hortaliças orgânicas e
de microverdes em substratos formulados com
composto de casca de banana / Priscilla Rodrigues
Ruella. - Seropédica, 2021. 38 f.: il.

Orientador: Marco Antônio de Almeida
Leal. Coorientador: Wellington Mary.
Dissertação (Mestrado).-- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, PPGAO /Agricultura
Orgânica . 2021.

1. agroecologia. 2. resíduo agroindustrial .
3. reciclagem. 4. poda de grama. 5. Musa
acuminata . I. Leal, Marco Antônio de Almeida,
1966-, orient. II. Mary, Wellington, 1963-
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) -Finance Code 001.”

“Permitida à cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – A autora”.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

PRISCILLA RODRIGUES RUELLA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da UFRRJ.

Dissertação Aprovada em: 12/11/2021

Marco Antônio de Almeida Leal (Dr.) - Embrapa Agrobiologia
(Orientador/Presidente)

José Guilherme Marinho Guerra (Dr.) - Embrapa Agrobiologia
Membro Interno

Carlos David Ide (Dr.) - PESAGRO-RIO
Membro Externo

DEDICATÓRIA

Dedico a todos os agricultores familiares orgânicos pela resistência na luta diária e resiliência, em especial as agricultoras orgânicas que buscam o fortalecimento do empoderamento feminino no campo.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e resiliência concedida.

Aos meus filhos Caio, Rafael e Tales e aos meus pais pelo apoio e amor.

Aos meus amig@s querid@s pelo incentivo e acolhimento nos momentos difíceis.

A Fumel pelo apoio e doação dos resíduos, aos colaboradores da Fumel Sr. Ubaldo, Everaldo, Igor e Sr. Claudio pela ajuda com a mão de obra.

Agradecida pelo apoio e conhecimento adquirido junto aos professores da UFRRJ e aos pesquisadores da Embrapa e da Pesagro-Rio.

As produtoras orgânicas da Baixada Fluminense-RJ que, a partir de uma forma de pensar e fazer a agricultura propõem relações justas e igualitárias. Sem feminismo não há agroecologia!

Gratidão pela oportunidade de fazer parte da turma 9 PPGAOUFRRJ e conviver com tanta gente boa e com sensibilidade para discutir e contribuir com a agricultura familiar orgânica e a agroecologia.

Ao Felipe Latini, por me aproximar da agricultura (2006) e presentear a minha vida com três seres maravilhosos.

A todos que passaram por mim nessa caminhada com palavras de apoio, motivação e ajuda (Zé Guilherme, Lucia Helena, Anelise, Maria Fernanda, Edilene, Chicão, Wellington, Valéria Tolentino, Éder, Marco Leal, Flávio, Cristina, Isabel, Augusto, Akemy, Yukio, Aide, Álvaro, Rodrigo, Lucas, Otho, Mari, Pedro, Sueny, Jonathan, Naldo, Carlos, Evandro e muitos outros).

Muito obrigada!

BIOGRAFIA

Priscilla Rodrigues Ruella nasceu em 9 de junho de 1986 na cidade de Niterói-RJ, filha de Dayse R. Ruella e Roberto Ruella. Mãe de três meninos, produtora orgânica no município de Seropédica-RJ desde o ano de 2009. Graduiu-se em Bacharel em Economia Doméstica pela Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro em 2013, possui pós-graduação *Lato Sensu* em Gestão da Segurança de Alimentos - SENAC (2018). É consultora em Beneficiamento e Gestão da Segurança dos Alimentos, facilitadora no Sistema Participativo de Garantia junto a OPAC Associação dos Produtores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO) - Grupo Raiz Forte - Seropédica (2020). Visando a obtenção do grau de mestra em agricultura orgânica, ingressou em 2019 no curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/Pesagro-Rio.

“Quem tem um porquê
enfrenta qualquer como”
Viktor Frankl

RESUMO

RUELLA, Priscilla Rodrigues. **Produção de mudas de hortaliças orgânicas e de microverdes em substratos formulados com composto de casca de banana.** 2021. 38 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

O reaproveitamento de resíduos orgânicos industriais para fins agrícolas vem despertando interesse tanto por proporcionar redução dos impactos ambientais, quanto pela produção de insumos agrícolas, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais, e o processo de compostagem é uma alternativa de baixo custo para realizar o seu processamento. A banana é uma das principais frutas produzidas e consumidas no Brasil, e a sua industrialização resulta na geração de grandes quantidades de resíduos. Porém, a casca de banana é um material que apresenta elevada umidade e textura pastosa e, para sua compostagem, é necessário misturá-la com algum material com textura mais grosseira. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a viabilidade da produção de substratos a partir da compostagem de resíduos gerados em uma agroindústria de banana, sendo utilizados a casca da banana e o resíduo de poda de grama. Inicialmente, foi realizado um experimento de compostagem para avaliar diferentes proporções da mistura de casca de banana com poda de grama, além da inoculação do composto. Visando obtenção de substratos eficientes para a produção de mudas de três hortaliças orgânicas e para a produção de duas espécies de microverdes, foram realizados experimentos para avaliar a utilização dos diferentes compostos orgânicos, misturados com vermiculita na proporção de 2:1 (v/v), tendo como testemunha um substrato formulado a partir de húmus de minhoca e fino de carvão. Foram mensurados o pH e a condutividade elétrica (CE) dos substratos ao longo do desenvolvimento das mudas de hortaliças. Todas as misturas de composto avaliadas apresentaram temperaturas próximas ao do ambiente durante os 120 dias de compostagem, provavelmente, devido à reduzida dimensão das leiras. Constatou-se que durante o desenvolvimento das mudas, o pH dos substratos se manteve com valores próximos da neutralidade ou levemente alcalinos, entre 6,6 e 8,8. Também observou-se expressiva redução da CE de todas as formulações de substrato aos 7 dias após a semeadura e mantendo-se em valores abaixo de $150 \mu\text{S cm}^{-1}$, provavelmente devido à irrigação excessiva. Substratos formulados com composto constituídos de 50% ou de 75% de casca de banana apresentaram desempenho igual ou superior ao substrato testemunha sobre o desenvolvimento de mudas de alface, beterraba e tomate, e para a produção de microverdes de alface e de mostarda. O substrato formulado com composto inoculado com EM (microrganismos eficazes) apresentou desempenho geralmente igual ou inferior em comparação aos demais substratos avaliados. Constatou-se que é possível obter substratos orgânicos eficientes para a produção de mudas de hortaliças e de microverdes, formulados com vermiculita e com composto da mistura de casca de banana e poda de grama.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial, reciclagem, *Musa acuminata*.

ABSTRACT

RUELLA, Priscilla Rodrigues. **Production of organic and microgreen vegetable seedlings in substrates formulated with compost of banana peel.** 2021. 38 p. Dissertation (Master's Degree in Organic Agriculture). Institute of Agronomy. Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

The reuse of industrial organic waste for agricultural purposes has aroused interest both for reducing environmental impacts and for the production of agricultural inputs, generating economic, social and environmental benefits, and the composting process is a low-cost alternative to carry out its processing. Banana is one of the main fruits produced and consumed in Brazil, and its industrialization results in the generation of large amounts of waste. However, banana peel is a material that has high humidity and pasty texture and, for its composting, it is necessary to mix it with some material with a coarser texture. Thus, the objective of this research was to evaluate the feasibility of producing substrates from the composting of waste generated in a banana agro-industry, using banana peel and grass pruning residue. Initially, a composting experiment was carried out to evaluate different proportions of the banana peel mixture with grass pruning, in addition to the inoculation of the compost. Aiming at obtaining efficient substrates for the production of seedlings of three organic vegetables and for the production of two species of microgreens, experiments were carried out to evaluate the use of different organic compounds, mixed with vermiculite in the proportion of 2:1 (v/v), having as a witness a substrate formulated from earthworm humus and fine coal. The pH and electrical conductivity (EC) of the substrates were measured throughout the development of vegetable seedlings. All the compost mixtures evaluated presented temperatures close to the environment during the 120 days of composting, probably due to the reduced size of the windrows. It was found that during seedling development, the pH of the substrates remained close to neutral or slightly alkaline, between 6.6 and 8.8. It was also observed a significant reduction of EC of all substrate formulations at 7 days after sowing and remaining at values below $150 \mu\text{S cm}^{-1}$, probably due to excessive irrigation. Substrates formulated with compost made up of 50% or 75% of banana peel showed equal or superior performance to the control substrate on the development of lettuce, beet and tomato seedlings, and for the production of lettuce and mustard microgreens. The substrate formulated with compost inoculated with EM (effective microorganisms) generally presented the same or lower performance compared to the other substrates evaluated. It was found that it is possible to obtain efficient organic substrates for the production of vegetable and microgreen seedlings, formulated with vermiculite and with a mixture of banana peel and grass pruning.

Keywords: agroindustrial waste, recycling, *Musa acuminata*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica da casca de banana.....	6
Tabela 2. Teores de N, Ca, Mg, P e K na casca de banana.....	6
Tabela 3. Teores de matéria orgânica e densidade volumétrica dos compostos orgânicos avaliados.....	20
Tabela 4. Teores solúveis de macronutrientes dos compostos orgânicos determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v).....	20
Tabela 5. Teores totais de matéria orgânica, densidade volumétrica, pH e condutividade elétrica (CE), determinados em extrato aquoso 1:5 (v/v), dos substratos avaliados.	21
Tabela 6. Teores de N-NH ₄ ⁺ e de macronutrientes dos substratos determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v).	22
Tabela 7. Resultados da análise de variância do esquema parcela dividida, com substrato na parcela e tempo na subparcela, apresentando os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores, e os coeficientes de variação das parcelas e das subparcelas.	22
Tabela 8. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão de mudas de alface produzidas com substratos formulados com composto orgânico.....	27
Tabela 9. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão de mudas de beterraba produzidas com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.....	28
Tabela 10. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão mudas de tomate produzidas com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.....	28
Tabela 11. Altura, número de plantas, massa fresca de microverdes de alface produzidos com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.....	29
Tabela 12. Altura, número de plantas, massa fresca de microverdes de mostarda produzidos com diferentes substratos orgânicos.	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área da indústria Fumel onde foi realizado o experimento de compostagem. Fonte: Google Earth (2021).....	10
Figura 2. Dimensões da leira: 1,20 m de largura, 2 m de comprimento e 0,90 m de altura. Fonte: Google Imagens – adaptada	11
Figura 3. Imagens do processo de ativação do inoculante Embiotic: (1) água desclorada; (2) adição do açúcar mascavo; (3) mistura da água desclorada com o açúcar mascavo; (4) adição do Embiotic; (5) mistura da solução de água com açúcar mascavo e Embiotic e (6) armazenamento em recipiente fechado por 5 a 7 dias.	12
Figura 4. Casa de vegetação utilizada para realizar o ensaio de diluição do composto orgânico (Foto: P. Ruella, 2021)	14
Figura 5. Disposição das parcelas experimentais de alface, beterraba e tomate nas bandejas de 200 células.	15
Figura 6. Bancada e cobertura utilizada para microverde (Fonte: Mary, W., 2021).....	16
Figura 7. Temperatura do ambiente e das leiras ao longo de 120 dias de compostagem da mistura de casca de banana (CB) com poda de grama (PG) em diferentes proporções (Média de três observações \pm erro padrão). As linhas verticais indicam as datas de realização de revolvimentos.	18
Figura 8. Aparência dos tratamentos T1 - casca de banana (25%) + poda de grama (75%); T2 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%); T3 - casca de banana (75%) + poda de grama (25%); T4 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%) + adição de inoculante EM. (Fotos: Priscilla Ruella, 2021)	19
Figura 9. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de alface	23
Figura 10. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de beterraba	24
Figura 11. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de tomate.	24
Figura 12. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de alface	25
Figura 13. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de beterraba	25
Figura 14. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de tomate.	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Resíduos de frutas.....	3
2.2 Compostagem	4
2.3 Microrganismos e o uso na inoculação.....	5
2.4 Características da casca de banana e sua compostagem.....	5
2.5 Características da apara de grama e sua compostagem	6
2.6 Substratos	7
2.7 O cultivo de alface (<i>Lactuca sativa</i>).....	7
2.8 O cultivo da beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	8
2.9 O cultivo do tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	8
2.10 Microverdes	9
2.11 Espécies utilizadas para microverdes	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Etapa 1 - Compostagem.....	10
3.2 Etapa 2 - Formulação e avaliação dos substratos	13
3.2.1 Ensaio de diluição do composto	13
3.2.2 Formulação e avaliação dos substratos.....	14
3.3 Etapa 3 - Produção de mudas de hortaliças	14
3.4 Etapa 4 - Produção de microverdes	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Experimentos de Compostagem	17
4.2 Experimento de Produção de Mudas	20
4.2.1 Caracterização dos substratos.....	20
4.2.2. Variação do pH e da condutividade elétrica dos substratos na produção de mudas	22
4.2.3. Mudas de alface	26
4.2.4. Mudas de beterraba.....	27
4.2.5. Mudas de tomate.....	28
4.2.6 Microverde - Alface Romana	29
4.2.7 Microverde Mostarda	29

5 CONCLUSÕES	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
7 ANEXOS	36

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de bananeiras (*Musa spp.*) ocupa o quarto lugar no ranking mundial dos alimentos mais importantes, depois do arroz, do milho e do leite (FAO, 1999; INIBAP, 2003). A bananeira é cultivada em diversos países, principalmente nas regiões tropicais, onde é fonte de alimento e de renda para milhões de pessoas. O Brasil ocupa o quinto lugar no ranking, com produção de 7,3 milhões de toneladas de bananas e com área colhida de 481 mil hectares (FAO, 2014). Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (EMBRAPA, 2008). A banana alcança o segundo maior valor de produção entre as fruteiras cultivadas no Estado do Rio de Janeiro. Socialmente, é ainda mais importante, pois sua produção é conduzida por pequenos produtores que utilizam, na grande maioria, mão de obra familiar (MALDONADO et al., 2016).

No contexto da bananicultura, a agroindústria oferece alternativas interessantes à comercialização da fruta *in natura*, amenizando as dificuldades logísticas, incluindo o transporte e o armazenamento, agregando valor ao produto, mas também gerando subprodutos e resíduos. Somente no Brasil, tem-se uma geração anual de cerca de 83.537 toneladas de cascas de banana (ROSSO, 2009). Os resíduos, quando não aproveitados, são fontes de poluição (GIOVANNINI, 1997). De acordo com as normas vigentes, o lançamento de quaisquer resíduos só poderá acontecer desde que atendam às condições dispostas na lei. Para que as agroindústrias possam atender às normas estabelecidas pelas leis ambientais e minimizar os impactos gerados aos ecossistemas, vários métodos de tratamento dos resíduos podem ser empregados (THEODORO, 2010). A Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sujeita os responsáveis pela geração de resíduos sólidos à obrigatoriedade de uma gestão e gerenciamento observando a seguinte ordem de prioridade: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Destarte, outro resíduo que muitas vezes não possui destino adequado é aquele originário de poda do gramado de campos e jardins. Assim, a compostagem está entre as estratégias de gerenciamento de resíduos ganhando interesse como uma opção para a eliminação de resíduos, e também para a geração de benefícios econômicos e ambientais, que podem ser usados para melhorar e manter a fertilidade do solo (LARNEY & HAO, 2007).

As cascas de banana resultante da industrialização dessa fruta geralmente são utilizadas para alimentação animal ou então descartadas, e os resíduos de poda de grama geralmente são queimados ou então descartados em locais abertos, como lixões ou aterros irregulares, onde pode provocar uma série de problemas. O aproveitamento agrícola destes resíduos pode ser uma maneira de reduzir a poluição ambiental, agregar valor ao produto, diminuir os custos de insumos agropecuários e aumentar as oportunidades de trabalho. Segundo Kalemelawa et al. (2012), foi observado alto teor de potássio e nitrogênio nos compostos obtidos a partir de casca de banana, apresentando um alto potencial para ser usado como fonte desses nutrientes. A compostagem é uma alternativa de tratamento biológico dos resíduos, podendo ser utilizada tanto para resolução de problemas ambientais, como também para obtenção de fertilizantes e substratos orgânicos, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais (LEAL, 2006). Assim, quando produzido em grande quantidade, o composto pode ser comercializado, desde que atenda às exigências de qualidade previstas na Instrução Normativa nº 61 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2020).

Grande parte dos resíduos da banana gerados pelas agroindústrias apresentam elevada umidade e uma textura pastosa, o que dificulta a sua compostagem, principalmente a aeração

das leiras. Portanto, é necessário desenvolver técnicas de compostagem adequadas ao processamento da casca de banana e uma alternativa para isto é a sua mistura com resíduos de apara de grama. Além disso, a eficiência do processo de compostagem está diretamente relacionada à presença de microrganismos que possam se multiplicar e atuar na degradação da matéria orgânica. Assim, a utilização de inoculantes à base de microrganismos eficazes (EM) contendo *Lactobacilos plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae* pode auxiliar no processo de compostagem (PAREDES FILHO, 2013). A utilização do inoculante pode contribuir para as interações benéficas devido à grande quantidade de amido presente na casca da banana.

Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes proporções da mistura de casca da banana com resíduo de poda de gramado e a utilização de inoculante a base de microrganismos eficazes (EM) *Lactobacilos plantarum* 10^4 UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* 10^3 UFC/mL, visando à confecção de compostos orgânicos utilizados na formulação de substratos para a produção de mudas orgânicas de alface, beterraba e tomate, e de microverdes de alface e mostarda.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos de frutas

A indústria de alimentos no Brasil gera grande quantidade de resíduos com enorme potencial, podendo ter uma finalidade mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Sucos concentrados, naturais, doces em conserva, polpas e extratos são fabricados a partir de frutas comestíveis e que produzem como resíduos: cascas, sementes, polpas e até mesmo o fruto inteiro caso não esteja adequado aos padrões industriais (KOBORI, 2005).

Segundo Matsuura (2005), estima-se que haja perdas consideráveis de produtos agrícolas nas diversas etapas da cadeia produtiva, desde a produção até o momento de seu consumo, o que acarreta em elevada geração de resíduos no processamento agroindustrial de produtos vegetais, existindo uma estimativa de que o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapasse cerca dos 85% e que os resíduos gerados cheguem a 30%. O reaproveitamento dos resíduos, além de contribuir com a preservação ambiental, abrange também questões econômicas.

Dessa forma, o aproveitamento de resíduos de frutas, principalmente as cascas, como matéria-prima na elaboração de novos produtos é de grande interesse econômico e tem representado um segmento importante nas agroindústrias, pois agrega valor aos subprodutos e reduz o acúmulo dos mesmos. As indústrias produtoras de suco de frutas e de polpas congeladas também são responsáveis pela geração de toneladas de resíduos agroindustriais. Os principais resíduos gerados na indústria de suco são as cascas e sementes, oriundas do esmagamento de grandes quantidades de frutas para elaboração de suco (MARTINS et al., 2019).

De acordo com dados da EMBRAPA (2013), a porcentagem da produção de banana industrializada no Brasil é de 3%, e há uma geração anual de cerca de 87,6 mil toneladas de cascas de banana. A casca de banana corresponde a 30 a 40% do peso total da fruta, a depender da variedade e do grau de maturação (TCHOBANOGLIOUS et al., 1993).

Segundo Kalemelawa et al. (2012), ao realizarem a quantificação de minerais na casca de banana madura, em cultivar não informada, observaram os seguintes teores de nutrientes: K = 66,40 g kg⁻¹, Ca = 2,11 g kg⁻¹, Mg = 1,02 g kg⁻¹, P = 0,22 g kg⁻¹, N = 10,5 g kg⁻¹. Emaga et al. (2007) relatam teores de K = 47 a 63 g kg⁻¹ e Ca = 1,5 a 7,2 g kg⁻¹. Aquino et al. (2014) relatam os seguintes teores de nutrientes: N = 7,90 a 13,50 g kg⁻¹, P = 2,16 a 5,25 g kg⁻¹, K = 7,83 a 11,80 g kg⁻¹, Mg = 0,72 a 1,3 g kg⁻¹ e Ca = 0,09 a 0,28 g kg⁻¹ nas cascas de bananas.

As cascas de bananas consumidas geralmente são descartadas, utilizadas na alimentação animal, ou eventualmente utilizadas na compostagem (BAKRY et al., 1997). Alguns artigos tratam de diferentes aplicações práticas para a casca de banana, por exemplo, a produção de álcool (TEWARI et al., 1986) e de metano (BARDIYA et al., 1996; GUNASEELAN, 2004), a alimentação animal (ONWUKA et al., 1997) ou o emprego como adsorventes para purificação de água (ANNADURAI et al., 2004).

Desta forma, a criação de novos produtos, baseados na utilização de resíduos de frutas, corresponde a uma alternativa sustentável, pois o aproveitamento integral de frutas e outros produtos de origem vegetal minimizam a produção de lixo orgânico, fornece novas fontes de nutrientes e ainda beneficia a renda. Essa prática tem ainda a vantagem de poder ser aplicada tanto no setor industrial como no ambiente residencial (SILVA & RAMOS, 2009).

2.2 Compostagem

Segundo a Instrução Normativa nº 52, de 15/03/2021, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como a relação de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, o processo de compostagem é definido como:

“Compostagem: processo de decomposição onde microrganismos agindo em condições adequadas de temperatura e umidade, transformam a matéria orgânica de origem animal ou vegetal e suas misturas em fertilizante natural para o solo, ao mesmo tempo em que reduz a presença de agentes patogênicos e sementes de invasoras eventualmente presentes na matéria-prima, podendo ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas, autorizadas neste Regulamento Técnico” (BRASIL, 2021).

A compostagem visa acelerar e direcionar o processo de decomposição de matéria orgânica que ocorre espontaneamente na natureza, sendo realizada por meio da mistura de materiais ricos em carbono com materiais ricos em nitrogênio, geralmente é disposto em leiras para manter a umidade e a aeração em níveis ótimos para a atividade dos microrganismos decompositores (LEAL, 2006).

Nesse sentido, a compostagem vem sendo definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população mista de microrganismos, efetuada em três fases:

1^a) Fase mesofílica: começa assim que a matéria orgânica é acumulada na composteira, ocorrendo a metabolização dos nutrientes mais facilmente disponíveis, com a quebra das moléculas mais simples, o que leva a multiplicação exponencial de bactérias mesófilas e intensa liberação de calor, gás carbônico e água (DOUBLET et al., 2011).

2^a) Fase termofílica: quando o material atinge temperaturas 40-60 °C, contendo predominantemente microrganismos termofílicos (LEAL, 2006);

3^a) Fase de maturação: é marcada pela diminuição gradativa da acidez e de temperatura, até se aproximar da temperatura ambiente. Esta fase é conhecida como de maturação ou humificação, pois é quando ocorre a finalização da decomposição microbiológica do material orgânico, produzindo um composto estável, livre de toxicidade, rico em substâncias húmicas e nutrientes minerais. Tal composto gerado possui coloração escura, cheiro de terra e grande capacidade de retenção de água e nutrientes (PEREIRA NETO, 2007).

Na etapa de montagem da compostagem, a escolha das matérias-primas é importante para o perfeito funcionamento do processo, sendo essencial o balanceamento da relação C/N das mesmas na proporção 25/1 a 30/1 (COOPER et al., 2010), ou seja, 25 a 30 partes de carbono para 1 parte de N, sendo esta a relação ideal para o início do processo. Em compostagens que utilizam materiais com relação C/N inferior a 20:1 o carbono é todo utilizado sem estabilizar o N, nesse caso, o excesso de N é perdido para atmosfera na forma de amônia ou óxido nitroso, gerando como consequência perceptível a liberação de um odor desagradável. Em contrapartida, materiais com C/N superiores a 40:1, acabam compostando mais lentamente devido à pouca disponibilidade de N para os microrganismos (PACE et al., 1995; COCHRAN et al., 1996).

Desta forma, o composto orgânico constitui um material humificado, com odor de terra, facilmente manuseado e estocado, que contribui, significativamente, para a fertilidade e a estrutura do solo (KIEHL, 1985). Sartori et al. (2012), descreve os principais fatores que podem influenciar o processo de compostagem são: relação C/N da matéria-prima,

temperatura, umidade, granulometria da matéria-prima, aeração e a presença de patógenos, sementes e metais pesados na compostagem.

A Instrução Normativa (IN) nº 61, de 08 de julho de 2020, estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Assim, produto que utiliza, em sua produção, matéria-prima gerada nas atividades extrativas, agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, incluindo aquelas de origem mineral, vegetal, animal, lodos industriais e agroindustriais de sistema de tratamento de águas residuárias com uso autorizado pelo órgão ambiental, resíduos de frutas, legumes, verduras e restos de alimentos gerados em pré e pós-consumo, segregados na fonte geradora e recolhidos por coleta diferenciada, todos isentos de despejos contaminantes sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura, são classificados como Classe “A” e podem ser utilizados na agricultura (BRASIL, 2020). Ainda segundo a referida IN, os parâmetros mínimos para comercialização dos compostos orgânicos são: umidade (máximo) – 50%, N total (mínimo) – 0,5%, carbono orgânico (mínimo) – 15% e relação C/N (máximo) – 20 (BRASIL, 2020).

2.3 Microrganismos e o uso na inoculação

Para acelerar o processo de compostagem são adicionados microrganismos inoculados ao material a ser compostado (AWASTHI et al., 2018; HEIDARZADEH; AMANI; JAVADIAN, 2019; HEMATI; ALIASGHARZAD; KHAKVAR, 2018; KRUSIR et al., 2019; SONG et al., 2018a, 2018; WEI et al., 2019; YANG et al., 2018). Na década de 70, iniciaram-se os primeiros estudos com microrganismos eficazes (EM) pelo Dr. Teruo Higa, sendo que em 1982, foram feitas experimentações com o EM sob condições de campo, com resultados positivos em várias regiões do Japão (BONFIM et al., 2001).

Segundo Teruo Higa, os microrganismos eficazes foram pesquisados na Universidade de Ryukyus, Okinawa, Japão, em 1980, sendo composto por culturas mistas do tipo benéfico que basicamente são: bactérias produtoras de ácido lático, bactérias fotossintetizantes, leveduras, actinomicetos, fungos filamentosos e outros que ocorrem normalmente no ambiente. Esses microrganismos podem ser utilizados como inoculantes para aumentar rapidamente a diversidade e o número de microrganismos benéficos dos solos e das plantas, integrando o equilíbrio microbiológico do solo e da planta, regenerando o solo, a produtividade das plantas e a qualidade do produto agrícola.

Uribe et al. (2001) relataram que os microrganismos eficazes também podem ser utilizados no controle dos maus odores, moscas, e na aceleração da estabilização do processo de compostagem.

2.4 Características da casca de banana e sua compostagem

No processamento agroindustrial da banana o resíduo sólido produzido em maior quantidade é a casca, tendo sua composição bromatológica, de acordo com estudos de Gondim et al. (2005), Emaga et al. (2007), Mohapatra, Mishra e Sutar (2010) e Nagarajaiah e Prakash (2011), apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica da casca de banana.

	Mohapatra,Mishra e Sutar (2010)	Nagarajaiah e Prakash (2011)	Emaga et al. (2007)	Gondim et al. (2005)
	%			
Umidade	83,50	88,90	91,10	89,47
Proteína extrato etéreo	10,91	6,70	6,60	16,05
Carboidratos resíduo	--	26,40	--	46,63
Mineral fixo	--	12,90	11,10	9,02

Fonte: Adaptado de Gondim et al. (2005); Emaga et al. (2007); Mohapatra, Mishra e Sutar (2010); Nagarajaiah e Prakash (2011).

A composição da casca da banana torna este resíduo uma matéria-prima interessante para a produção de ração para gado leiteiro (MOHAPATRA; MISHRA; SUTAR, 2010). Os demais resíduos da produção da banana (resíduos agrícolas e engaço) são há muito tempo utilizados na alimentação de cabras (POYYAMOZHI; KADIRVEL, 1986) e ovelhas (VISWANATHAN; KADIRVEL; CHANDRASEKARAN, 1989).

Na Tabela 2 são apresentados os teores de N, Ca, Mg, P e K da casca de banana.

Tabela 2. Teores de N, Ca, Mg, P e K na casca de banana.

	N	Ca	Mg	P	K
	g Kg ⁻¹				
Casca de banana triturada	19,20	4,59	2,47	1,80	97,43
Casca de banana	19,50	3,36	2,58	1,89	100,06

Fonte: Laboratório de Química Agrícola – LQA (2017).

Embora existam muitas possibilidades para aplicação do resíduo da banana, a grande maioria ainda é descartada ou utilizada como adubo orgânico.

2.5 Características da apara de grama e sua compostagem

Os nutrientes presentes nas aparas de grama, quando compostada, podem auxiliar na nutrição das plantas, além de manter a flora microbiana benéfica do solo (COUTINHO, 2004).

Segundo Turfgrass Producers International (2002), um gramado bem mantido proporciona um local confortável e seguro para diversão e prática de esportes; libera oxigênio (cerca de 230 m² de área gramada libera O₂ suficiente para quatro pessoas); refresca o ar e com isto contribui para os esforços de reduzir a tendência de aquecimento global. Em um dia quente de verão, um gramado apresentará uma temperatura 16,5°C e 7,8°C menor que a de um asfalto e um solo sem vegetação, respectivamente. O gramado eduza a emissão de CO₂, pois absorve grande quantidade de CO₂ para realizar fotossíntese durante o ano todo, atenuando o efeito estufa e controla a poluição do solo, pois a rizosfera serve com um filtro absorvendo o que passa por ela.

Segundo Gabriel (2008), as aparas de gramas são materiais orgânicos muito ricos em

nutrientes. Aquino et al. (2005) observaram que resíduos de capina apresentavam 488 g kg^{-1} de carbono, 23 g kg^{-1} de nitrogênio e relação C/N igual a 21. Portanto, resíduos de aparas de grama em grandes centros urbanos representam um material com grande potencial para produção de adubos orgânicos, o que resulta numa maior disponibilidade de insumos para a agricultura urbana e periurbana e significa uma menor pressão sobre os aterros sanitários devido ao reuso destes resíduos (BENITES et al., 2004).

2.6 Substratos

Segundo Gomes et al. (2004), substrato é o meio em que as raízes proliferam para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e de nutrientes. Todos os elementos essenciais absorvidos são derivados dos componentes minerais e orgânicos do substrato. Assim, as características físicas e químicas relacionadas com a espécie a plantar e os fatores econômicos devem ser considerados na escolha de um substrato. Devem ser levadas em conta a homogeneidade, a densidade, a porosidade, a capacidade de retenção de água, capacidade de troca catiônica, a isenção de organismos patogênicos e de sementes indesejáveis, ser abundante, economicamente viável e apresentar capacidade de agregação das suas partículas às raízes (CAMPINHOS et al., 1984; GOMES et al., 2004).

Existem muitos materiais que podem ser utilizados, puros ou em misturas, na formulação de substratos, se destacando compostos orgânicos diversos, vermiculita, a terra de subsolo, o esterco bovino, a moinha de carvão, a areia, a casca de árvores, a serragem, o bagaço de cana entre outros (BARBOSA et al., 2004).

A vermiculita é um mineral de argila, do grupo da montmorilonita, porém, a sua composição ainda não é muito bem conhecida, entretanto possui quantidades consideráveis de Mg e Fe, possuindo alta capacidade de troca catiônica. Alguns tipos de vermiculita podem apresentar também elevados teores de K. É um mineral de estrutura variável, constituído de lâminas justapostas, formando camadas de tetraedros de sílica e de octaedros de ferro e de magnésio, expandindo-se, quando submetida a aquecimento, pelo aumento de espaço entre camadas, causando aumento na capacidade de retenção de água, de ar e de nutrientes, transferíveis as plantas, evitando a perda de N, P e K, por lixiviação, quando incorporada à substratos compostos de areia e turfa, excelente condicionador do solo, podendo melhorar suas características físico-químicas e hídricas (MONIZ, 1972; VIEIRA, 1975; URQUIAGA et al., 1982; MINAMI, 1984; GOMES et al., 2004).

Desta forma, um bom substrato resulta na produção de mudas de qualidade, fundamental para o plantio e para a obtenção de boas produtividades. A produção de mudas de alta qualidade, quando do transplantio ao campo, proporciona melhores condições de sobreviver e se desenvolver (LIMA, 2014).

2.7 O cultivo de alface (*Lactuca sativa*)

A alface (*Lactuca sativa*) originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2003). É uma hortaliça da família das Asteráceas com origem no continente asiático, chegou ao Brasil no século XVI através dos portugueses, por ocasião do descobrimento. É a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil e no mundo (SANTOS et al., 2001). Possui Gomes (2001), importância econômica e social, sendo muito cultivada tradicionalmente por pequenos produtores rurais.

A planta é anual, florescendo em dias longos e temperaturas cálidas na etapa reprodutiva do ciclo da cultura, que se inicia com o pendoamento. O sistema radicular é muito

ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm do solo, quando a cultura é transplantada. A cultura se adapta melhor a solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água. A faixa de pH 6,0 a 6,8 é mais propícia (FILGUEIRA, 2003).

As hortaliças se diferenciam nas exigências de macronutrientes e no padrão de absorção durante o crescimento. Segundo em geral, na cultura da alface, a absorção de N, P e K seguem a mesma tendência que a taxa de acúmulo de biomassa da cultura.

Uma das principais etapas do sistema produtivo da alface é a produção de mudas de qualidade, pois delas depende o desempenho final das plantas no campo de produção, tanto do ponto de vista nutricional, quanto do tempo necessário à produção.

2.8 O cultivo da beterraba (*Beta vulgaris*)

As quenopodiáceas abrangem uma hortaliça tuberosa a beterraba. A espécie *Beta vulgaris* originou-se em regiões europeias e norte-africanas de clima temperado. A planta desenvolve uma típica parte tuberosa, purpúrea, pelo intumescimento do hipocótilo - parte do caule abaixo dos cotilédones. Tal coloração se deve a um pigmento, que também ocorre nas folhas, nas nervuras e nos pecíolos.

A cultura se desenvolve melhor em temperaturas amenas ou baixas, apresentando resistência ao frio intenso e a geadas leves. O calor é um fator limitante para a maioria das cultivares. Assim, quando plantada sob temperatura e pluviosidade elevadas ocorre a destruição prematura das folhas por doenças fúngicas, e as beterrabas apresentam má coloração interna, com anéis claros. É altamente exigente quanto a acidez do solo, produzido melhor na faixa de pH 6,0 a 6,8. Contrariamente ao que ocorre com outras hortaliças tuberosas, a beterraba adapta-se bem ao transplante. As mudas são produzidas em sementeiras, semeando-se em sulcos transversais distanciados de 15 cm a 15 mm de profundidade. São transplantadas ao apresentarem 12-13 cm e 4-5 folhas, 20-30 dias após a semeadura (FILGUEIRA, 2003).

2.9 O cultivo do tomate (*Solanum lycopersicum*)

A espécie cultivada, cosmopolita *Solanum lycopersicum*, originou-se da espécie andina, silvestre – *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, que produz frutos do tipo “cereja”. O centro primário da origem do tomateiro é um estreito território, limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo norte do Chile, a oeste pelo oceano Pacífico e a leste pela Cordilheira dos Andes. Antes da colonização espanhola, o tomate foi levado para o México - centro secundário, onde passou a ser cultivado e melhorado. Foi introduzido na Europa, através da Espanha, entre 1523 e 1554. Inicialmente, foi considerado como planta ornamental, sendo o uso culinário adotado posteriormente (FILGUEIRA, 2003).

O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo uma planta perene, a cultura é anual; da semeadura até a produção de novas sementes, o ciclo varia de quatro a sete meses, incluindo-se 1-3 meses de colheita. A planta apresenta tolerância à acidez moderada, produzindo na faixa de pH 5,5 a 6,5 (FILGUEIRA, 2003).

2.10 Microverdes

Microverdes ou “*microgreens*” são hortaliças jovens, consumidas precocemente, quando ainda possuem as folhas cotiledonares e apresentam as primeiras folhas verdadeiras. Tenros, saborosos e nutritivos, geralmente colhidos até vinte e um dias após a semeadura, adaptam-se com facilidade aos pequenos espaços e a sistemas de cultivo orgânico (RENNA et al., 2018). Assim, são uma tendência de consumo, principalmente entre aqueles que buscam alimentos frescos e com alto teor de nutrientes. São cultivados em uma variedade de ambientes, internos, externos ou controlados, em cultivos sem solo, com ou sem substratos. Além disso, podem ser comercializados junto ao meio de cultivo (o substrato), enquanto ainda crescem, permitindo a colheita diretamente pelo consumidor final (BHATT; SHARMA, 2018).

Segundo Xiao et al. (2016), os microverdes são ricos em minerais, tais como, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, ferro, zinco, manganês e cobre. Conforme a espécie cultivada e as condições de produção, a colheita é realizada após o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, quando os cotilédones estão totalmente expandidos, mas ainda túrgidos (XIAO et al., 2012). Atualmente, existem poucos trabalhos disponíveis sobre a produção de microverdes e o rendimento alcançado pode variar entre as diferentes espécies e até dentro da mesma espécie (MURPHY; PILL, 2010; BULGARI et al., 2017).

Contudo, para sua certificação na agricultura orgânica, o microverde deve atender aos requisitos da Instrução Normativa nº 52, de 15 de março de 2021 que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as Listas de Substâncias e Práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção.

2.11 Espécies utilizadas para microverdes

Segundo DI GOIA et al. (2017), as espécies mais comuns para a produção de microverdes pertencem a diversas famílias botânicas, entre as quais Brassicaceae (couve-flor, brócolis, repolho, couve chinesa, couve, repolho, agrião, mizuna, rabanete, rúcula, mostarda), Asteraceae (alface, endívia, escarola, chicória), Apiaceae (endro, cenoura, erva-doce, aipo), Amaryllidaceae (alho, cebola, alho-poró), Amaranthaceae (amaranto, acelga, beterraba, espinafre) e Cucurbitáceas (melão, pepino, abóbora).

As demais espécies herbáceas usadas para a produção de microverdes são cereais (aveia, trigo mole, trigo duro, milho, cevada, arroz), quinoa, leguminosas (grão de bico, alfafa, feijão, feijão verde, feno-grego, fava, lentilha, ervilha, trevo), plantas oleaginosas (girassol) e até plantas fibrosas como o linho, assim como muitas espécies aromáticas, como manjerição, cebolinha, coentro e cominho (DI GIOIA et al., 2017).

A mostarda é uma brassicaceae (*Brassica juncea*) de sabor demasiadamente picante, fonte de vitaminas C e A, cálcio e possui teores moderados de ferro, sódio, potássio e magnésio. Destaca-se entre as hortaliças como fonte de fósforo, ferro e potássio. As cultivares melhoradas Lisa da Flórida e Lisa de Irajá são as mais plantadas, a cultura se adapta a faixas de pH 5,5 a 6,8 (FILGUEIRA, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em quatro etapas experimentais, descritas a seguir:

3.1 Etapa 1 - Compostagem

O experimento de compostagem foi conduzido no período de fevereiro a junho de 2020 em área próxima à agroindústria Fumel, conforme Figura 1, localizada na zona rural do município de Cachoeiras de Macacu–RJ, tendo como coordenadas geográficas: -22° 56 '66 14" S e -42° 82' 45 68" O. O clima é classificado como tropical úmido, inserido nas zonas climáticas Aw/Cfa de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006 citado por ROCHA, 2015). O período de estiagem na região ocorre de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco com precipitação média de 32 mm.

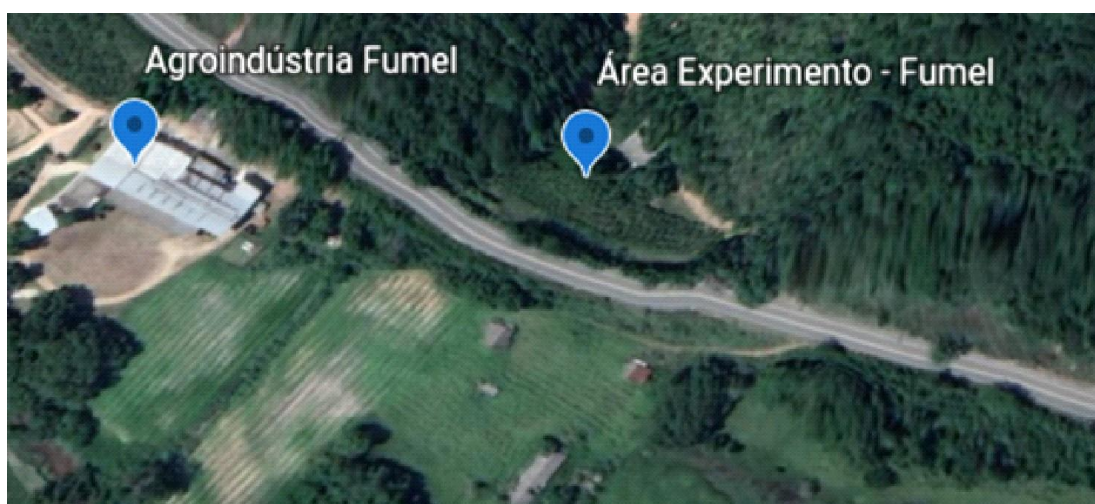


Figura 1. Localização da área da indústria Fumel onde foi realizado o experimento de compostagem. Fonte: Google Earth (2021).

As matérias-primas utilizadas no processo de compostagem foram a casca de banana e o resíduo de poda de grama obtidos na agroindustrial Fumel. Foram avaliadas proporções de misturas das matérias primas supracitadas, acrescidas de um tratamento envolvendo a inoculação com microrganismos por meio do emprego de uma solução líquida contendo *Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae* de forma a compor os seguintes tratamentos:

- T1 - casca de banana (25%) + poda de grama (75%);
- T2 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%);
- T3 - casca de banana (75%) + poda de grama (25%);
- T4 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%) + adição de inoculante EM.

O cálculo das proporções foi realizado com base no volume visando obter uma forma de medição de fácil adoção. Cada tratamento foi constituído de uma leira de composto, disposta sobre lona plástica para evitar o contato com solo, sendo as leiras cobertas com lona

plástica nos dias chuvosos. As leiras apresentavam as seguintes dimensões: 1,20 m de largura; 2,0 m de comprimento e 0,90 m de altura, totalizando um volume inicial de aproximadamente 2,16 m³, conforme ilustrado na Figura 2.

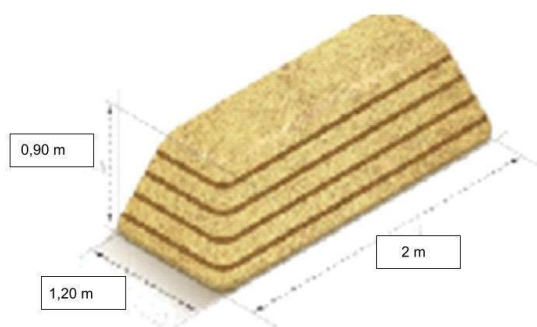


Figura 2. Dimensões da leira: 1,20 m de largura, 2 m de comprimento e 0,90 m de altura. Fonte: Google Imagens – adaptada.

No tratamento com inoculação (T4), utilizou-se o inoculante comercial Embiotic®, que foi aplicado em duas ocasiões: no início do processo de compostagem (0 dias) e também após se observar a redução da temperatura da leira para valores próximos à temperatura ambiente. Estas aplicações foram realizadas de acordo com as recomendações do fabricante conforme Figura 3, com a realização de ativação deste inoculante antes de sua aplicação, utilizando misturas na seguinte proporção: 1,0 L de Embiotic; 1,0 Kg de açúcar mascavo e 9,0 L de água sem cloro, resultando em 10 L de solução ativada. Estes ingredientes foram colocados em um recipiente com tampa de fechamento hermético, sendo primeiro dissolvido o açúcar mascavo na água e em seguida adicionado o acelerador e homogeneizada a solução. Depois destes passos, o recipiente permaneceu lacrado hermeticamente em local protegido do sol por cerca de 5 a 7 dias para ativação da solução. A dose empregada foi equivalente a 30 L de inoculante ativado para cada tonelada de composto, por meio de pulverização com o auxílio de regador, distribuindo-se o conteúdo uniformemente na leira.



Figura 3. Imagens do processo de ativação do inoculante Embiotic: (1) água desclorada; (2) adição do açúcar mascavo; (3) mistura da água desclorada com o açúcar mascavo; (4) adição do Embiotic; (5) mistura da solução de água com açúcar mascavo e Embiotic e (6) armazenamento em recipiente fechado por 5 a 7 dias.

Este experimento foi iniciado em 12/02/2020 e encerrado no dia 11/06/2020, perfazendo um período total de 120 dias. A temperatura das leiras foi medida semanalmente com o auxílio de um termômetro digital, inserido em três posições até a metade da altura da leira.

Amostras dos compostos foram coletadas a 0 (momento da montagem), 14, 30, 60, 90 e 120 dias após a montagem das leiras. As amostragens foram feitas em triplicatas, a partir de amostras compostas coletadas em diferentes posições. A leira foi dividida em três posições, no sentido do comprimento, fazendo-se um orifício no centro da leira (sentido da largura) e coletando-se diversas o material vegetal do topo até base da leira com o auxílio de uma pá de jardim. Estas amostras simples foram acondicionadas em um balde de 10 L, desmanchando qualquer aglomerado de material que pudesse estar presente e misturando-se o material antes de se coletar a amostra composta.

As amostras dos compostos foram acondicionadas em recipientes plásticos de polipropileno de 500 ml, vedados e armazenados em freezer. Inicialmente, o objetivo era avaliar diversas características dos compostos, como pH, condutividade elétrica (CE), densidade, teores de C e N, relação C:N, e emissões potenciais de CO₂ e de NH₄, realizando essas avaliações nos laboratórios de Agricultura Orgânica e de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia. Porém, devido à pandemia de COVID 19, não foi possível realizar estas avaliações. Em vez disso, uma única amostra de cada composto coletada ao final do processo (120 dias) foi enviada ao Laboratório Ibra©, onde foram realizadas análise para avaliar os teores totais de matéria orgânica, a densidade volumétrica, o pH, a condutividade elétrica (CE) e os teores de N amoniacal (N-NH₄⁺), Ca, Mg, P e K solúveis em água (BRASIL, 2007).

O teor de matéria orgânica foi determinado por gravimetria; a densidade por meio da auto compactação, conforme descrito em Brasil (2007). Os teores elementares foram determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v), obtido a partir de 100 ml de composto e 150 ml

de água deionizada, após agitação por 30 minutos em mesa com movimento orbital e filtragem em papel faixa azul. O teor de N-NH_4^+ foi determinado após destilação com auxílio da técnica de Kjeldahl; Ca e o Mg por meio de espectrometria de absorção atômica, o P em espectrômetro na faixa do visível e o K em espectrômetro de emissão.

Como não foram realizadas análises nas três repetições de cada amostragem, não foi possível realizar comparações estatísticas dos resultados obtidos a partir dos diferentes compostos.

3.2 Etapa 2 - Formulação e avaliação dos substratos

Não é recomendável utilizar o composto puro como substrato para a produção de mudas, pois devido a seu elevado conteúdo de matéria orgânica humificada, geralmente é um material que apresenta elevada microporosidade e baixa macroporosidade, proporcionando um substrato que pode facilmente ficar saturado com água, prejudicando o desenvolvimento das mudas devido à reduzida aeração das suas raízes. Para evitar esse problema, substratos geralmente são formulados com a mistura de composto orgânico com materiais que apresentam elevada macroporosidade. Neste trabalho, optou-se pela utilização de vermiculita, devido ao seu comprovado efeito benéfico e à facilidade para sua aquisição, além de ser um material que pode ser utilizado na formulação de substratos destinados à produção orgânica.

3.2.1 Ensaio de diluição do composto

Um ensaio foi conduzido com substratos formulados a partir dos 4 diferentes compostos avaliados na etapa 1 misturados com vermiculita nas seguintes proporções (v/v): 1:1; 1:2 e 1:4. Assim, os tratamentos constaram dos quatro 4 compostos, três níveis de adição de vermiculita, acrescidos de um substrato análogo a um controle totalizando 13 tratamentos. Por se tratar de um ensaio, não foram empregadas repetições. O substrato utilizado análogo a um controle foi formulado a partir da mistura (v/v) de 83% de húmus de minhoca, 15% de fino de carvão vegetal e 2% de torta de mamona (OLIVEIRA, 2011). Como planta indicadora utilizou-se a rúcula (*Eruca sativa*) cv. Donatella.

O ensaio foi conduzido no período de 24 de maio a 24 de junho de 2021 em uma casa de vegetação de uma unidade agrícola familiar localizada no município de Seropédica, cuja agricultora se dedica à produção de mudas e ao cultivo de hortaliças orgânicas (Figura 4). A semeadura foi feita em bandejas plásticas contendo 200 células. O crescimento das plântulas foi monitorado semanalmente por meio de observação visual.



Figura 4. Casa de vegetação utilizada para realizar o ensaio de diluição do composto orgânico (Foto: P. Ruella, 2021).

3.2.2 Formulação e avaliação dos substratos

Após a realização do ensaio de diluição, no qual se verificou que a proporção ideal entre o composto orgânico e a vermiculita é de 1:2 (v/v), procedeu-se a formulação dos substratos utilizando-se os quatro compostos obtidos no experimento de compostagem (Etapa 1). O composto orgânico foi inicialmente passado através de peneira de malha com abertura de quatro cm para padronizar a sua granulometria e facilitar o preenchimento das células das bandejas utilizadas para a produção das mudas.

Para a determinação das características iniciais dos substratos foram coletadas amostras no momento do preenchimento das bandejas, após o peneiramento. Foram coletadas amostras simples em quantidade equivalente a um punhado de uma das mãos cheias. As amostras simples foram acondicionadas em balde de 10 litros, desmanchando aglomerados presentes e misturando-se o material orgânico antecedendo a coleta de 500 mL de amostra. As amostras compostas foram acondicionadas em potes plásticos.

Amostras dos substratos foram enviadas ao Laboratório Ibra©, onde foram realizadas análises dos teores totais de matéria orgânica, de densidade volumétrica e os teores de N-NH₄⁺, de Ca, de Mg, de P e de K solúveis em água, utilizando as técnicas descritas anteriormente na Etapa 1. Também foram determinados os valores de pH e de CE em solução de água destilada (5:1v/v), como descrito em Brasil (2007).

3.3 Etapa 3 - Produção de mudas de hortaliças

A efetividade da utilização dos substratos formulados a partir da mistura dos compostos orgânicos com vermiculita para a produção de mudas de hortaliças foi avaliada em três experimentos independentes, sendo um para cada espécie de hortaliça: alface cv. Vera, beterraba cv. early wonder e tomate cv. cereja conduzidos na mesma casa de vegetação utilizada no ensaio de diluição (Etapa 2). Estes experimentos foram conduzidos no período de 2 de julho a 17 de agosto de 2021. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno

expandido com 200 células. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos, totalizando cinco, foram formados pelos quatro compostos acrescidos de um substrato análogo a um controle, conforme descrito anteriormente na seção 3.2.1.

Cada parcela foi formada por seções das bandejas de 200 células constituídas por 60 células, conforme apresentado na Figura 5, sendo as espécies compartilhadas na mesma bandeja totalizando 15 bandejas.

A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T
A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B		T	T	T	T	T	T

A: alface **B: beterraba** **T: tomate**

Figura 5. Disposição das parcelas experimentais de alface, beterraba e tomate nas bandejas de 200 células.

As determinações na parte aérea das espécies foram realizadas a partir de 10 plântulas extraídas de cada parcela e das raízes de quatro plântulas. As características avaliadas foram: altura da parte aérea, número de folhas, produção de massa fresca da parte aérea, volume de raízes e estabilidade do torrão. Para estimar a altura da muda foi considerada a distância entre o colo da plântula e a extremidade da maior folha, empregando-se uma régua em escala milimétrica. Para a determinação da massa fresca da parte aérea, as plântulas foram retiradas das células e seccionadas na região do colo da muda, separando-se a parte aérea das raízes, sendo o conjunto das 10 plântulas pesado em balança com precisão de 0,1 g. Para determinação do volume das raízes, o sistema radicular das quatro mudas foi lavado em água corrente, retirando-se resíduos de substrato eventualmente aderidos, e em seguida as raízes foram inseridas em proveta de 10 ml, sendo o volume mensurado por meio do deslocamento da coluna de água contida na proveta.

A estabilidade dos torrões foi estimada no material compondo o substrato de quatro mudas de cada parcela atribuindo-se notas crescentes de 1 a 4, de acordo com a observação da integridade do torrão ao ser retirado da célula da bandeja, conforme técnica adaptada de Gruszynski (2002), sendo:

- Nota 1: Baixa estabilidade, acima de 50% do torrão fica retido no recipiente, e o torrão não permanece coeso.
- Nota 2: Entre 10% e 30% do torrão fica retido no recipiente, sendo que o torrão não permanece coeso.
- Nota 3: O torrão se destaca do recipiente, porém não permanece coeso.
- Nota 4: Todo o torrão é destacado do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso.

A análise estatística foi realizada inicialmente por meio do teste F de variância, realizando-se o teste de médias de Tukey quando o efeito dos tratamentos foi significativo ao nível de 5,0% ($p \leq 0,05$).

O pH e a CE dos substratos ao longo do desenvolvimento das mudas foram determinados em amostras retiradas aos 0, 14, 21 e 28 dias após a semeadura. Em cada época de amostragem, foram coletados materiais de quatro células em cada parcela, totalizando aproximadamente 50 ml de substrato. As amostras foram então armazenadas em freezer até a realização das análises de acordo com os métodos descritos anteriormente.

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância em parcela subdividida, com substrato na parcela e tempos de desenvolvimento das mudas na sub-parcela, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O comportamento de cada tratamento ao longo do desenvolvimento das mudas foi apresentado por meio de gráficos contendo os valores médios de três observações e o erro padrão.

3.4 Etapa 4 - Produção de microverdes

Foram conduzidos dois experimentos utilizando-se as hortaliças alface e mostarda (*Brassica juncea*). Cada espécie compôs um experimento independente, sendo conduzidos no período de 2 a 19 de agosto de 2021 no município de Seropédica, utilizando-se as instalações de uma unidade agrícola de um produtor rural certificado pelo Sistema Participativo de Garantia da Conformidade Orgânica-SPG ABIO para a produção de brotos/microverdes orgânicos, cuja localização geográfica é situada a 22° 44' 33.19" S e 43° 40' 46.38" O.

Os microverdes foram produzidos em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, sendo 100 células cultivadas com alface e 100 células com mostarda, totalizando 15 bandejas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos constaram de quatro compostos e de um adicional formado de um substrato análogo a um controle, conforme descrito na etapa anterior. A densidade do cultivo foi estabelecida a partir do emprego de, aproximadamente, 5 a 7 sementes de alface e de 10 a 14 sementes de mostarda nas respectivas células.

Após a semeadura foi realizada a irrigação mantendo-se as bandejas cobertas com uma placa de cerâmica (revestimento de parede) com a parte lisa em contato com as sementes. Ao se verificar a efetiva germinação, após três dias a placa de cerâmica foi removida e as bandejas foram levadas para bancadas com subirrigação acionada por um temporizador três vezes ao dia, por um período de 10 minutos em cada ciclo, e coberta com tela filme polietileno difusor 150 micra e tela de sombreamento 30% (GINEGAR®) conforme Figura 6.



Figura 6. Bancada e cobertura utilizada para microverde (Fonte: Mary, W., 2021).

Após 17 dias de desenvolvimento, foram coletadas 10 plântulas de cada parcela determinando-se a altura e a produção de massa fresca das duas espécies, conforme descrito anteriormente na seção 3.3.

A análise estatística foi realizada por meio do teste F de variância, realizando-se o teste de médias de Tukey quando o efeito dos tratamentos foi significativo ao nível de 5,0% ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos de Compostagem

Os valores de temperatura das leiras e do ambiente observados ao longo dos 120 dias de compostagem estão apresentados na Figura 7. Observa-se que todos os tratamentos apresentaram temperaturas próximas ao do ambiente durante toda a compostagem. O processo de compostagem é o resultado da ação de microrganismos e quando ocorre em condições adequadas, possui intensa atividade microbiana que provoca o aumento da temperatura no interior do composto (LEAL, 2006). Porém, a temperatura das leiras também depende da sua capacidade de manter o calor gerado, o que é determinado pelo tamanho e dimensões das leiras e pela porosidade da massa de composto.

Como as leiras deste experimento apresentavam diminuta altura inicial (0,90 m), além de considerável redução desta altura desde o início da compostagem, elas apresentavam grande capacidade de dissipação do calor gerado, o que provavelmente explica a ausência de aquecimento. Como foram utilizados na compostagem matérias de origem vegetal, cujo risco de apresentar contaminação biológica é muito menor do que o de matérias de origem animal, a falta de aquecimento não é prejudicial. Entretanto, caso seja necessário garantir a sanitização do composto, é indicado o método de solarização para eliminação de patógenos e eliminação de sementes de plantas invasoras, pois é um método eficiente para a desinfecção do composto.

Segundo Leal (2006), as bactérias mesofílicas possuem temperatura ótima de crescimento na faixa de 20-50 °C, sendo muito importantes para os processos de decomposição. Assim, como resultado da atividade microbiana a temperatura do composto se eleva e ocorre o domínio de bactérias termofílicas com temperaturas ótimas de crescimento entre 40-60 °C, sendo uma fase importante para que a população de bactérias patogênicas, sementes de plantas invasoras e outros organismos indesejáveis se reduza a níveis aceitáveis com a temperatura do composto mantida acima de 55°C por 3 a 15 dias, dependendo do método de compostagem (LEAL, 2006).

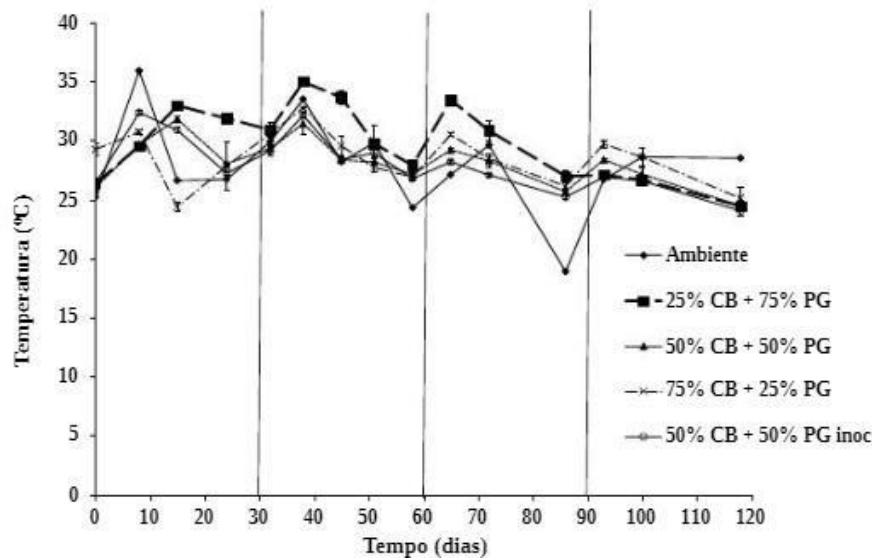


Figura 7. Temperatura do ambiente e das leiras ao longo de 120 dias de compostagem da mistura de casca de banana (CB) com poda de grama (PG) em diferentes proporções (Média de três observações \pm erro padrão). As linhas verticais indicam as datas de realização de revolvimentos.

Segundo Tuomella et al. (2000) a duração das fases da compostagem, especialmente a termofílica, depende da natureza do material orgânico a ser compostado e da eficiência do processo, a qual é, dentre outros fatores, determinada pelo grau de aeração. Constatou-se que quando realizado o revolvimento dos compostos orgânicos no período de 30 e 60 dias, o material sofreu nova elevação de temperatura. Isso é explicado por Inácio e Miller (2009) quando os autores relatam que um ambiente aeróbico propicia uma decomposição mais rápida da matéria orgânica e conseqüente acréscimo na temperatura pela plena atividade dos microrganismos.

Os compostos orgânicos com 120 dias apresentaram aparência e cheiro de terra, apenas o T1 apresentou aparência mais seca, conforme Figura 8, e menor densidade, conforme valores apresentados na Tabela 3.

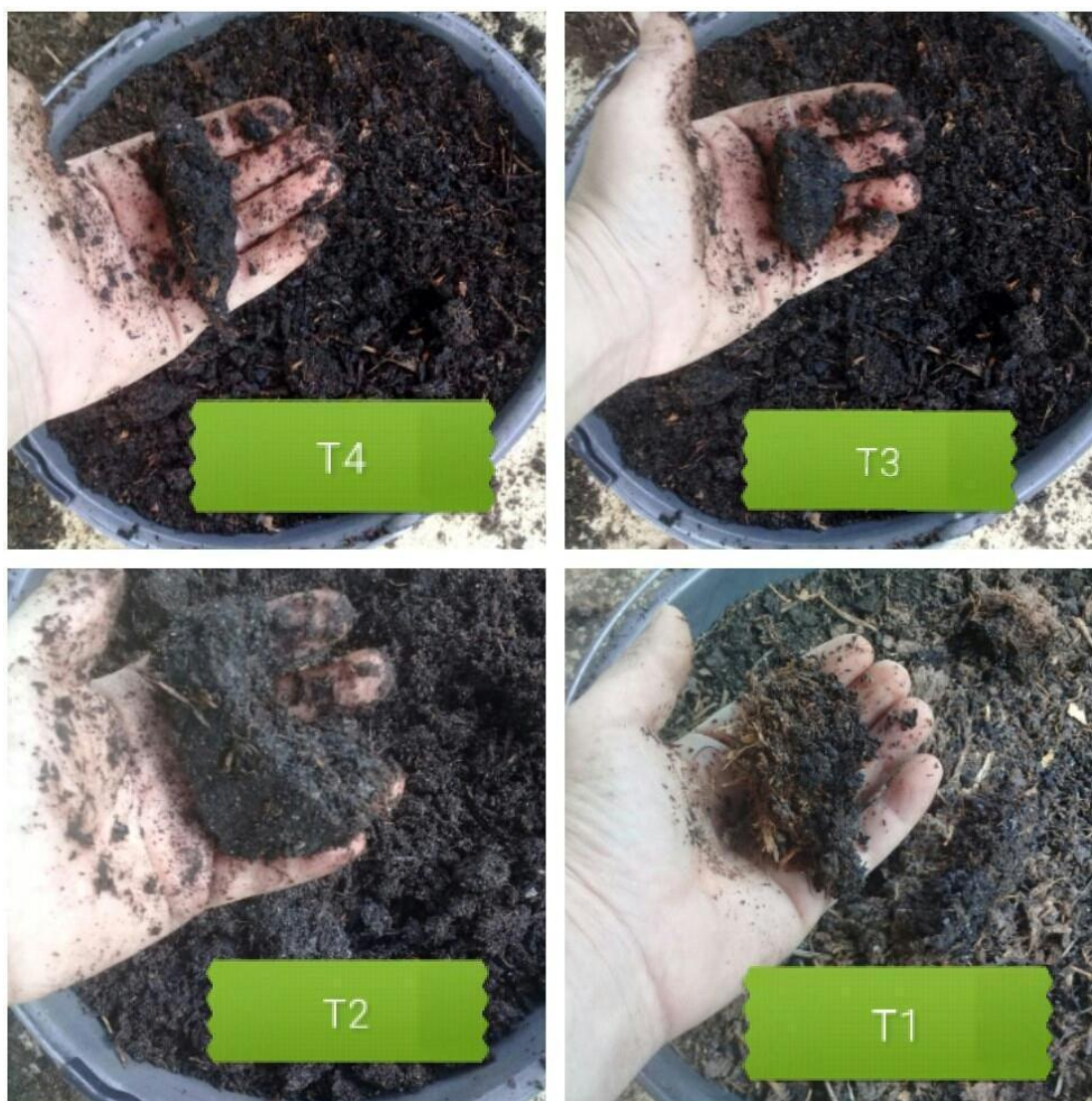


Figura 8. Aparência dos tratamentos T1 - casca de banana (25%) + poda de grama (75%); T2 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%); T3 - casca de banana (75%) + poda de grama (25%); T4 - casca de banana (50%) + poda de grama (50%) + adição de inoculante EM. (Fotos: Priscilla Ruella, 2021).

Nas Tabelas 3 e 4 pode-se verificar as características dos compostos. Os compostos orgânicos avaliados não apresentaram diferenças relevantes quanto ao teor de matéria orgânica e a densidade. Segundo Kiehl (1985), a matéria orgânica contida no composto, quando adicionada ao solo como fertilizante, atua diretamente na vida do solo, constituindo fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam do seu ciclo biológico. A densidade é um fator importante para auxiliar na interpretação de outras características, tais como porosidade, espaço de aeração, disponibilidade de água e também é uma importante propriedade para o manejo, além de influenciar nos custos de transporte, manipulação e infraestrutura necessária para sua utilização (FERNANDES et al., 2006; PEREIRA et al., 2020).

Observam-se, na Tabela 4, os teores da fração solúvel dos macronutrientes dos compostos orgânicos determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v). O composto com 75% de casca de banana apresentou os maiores teores de P e K solúveis. Segundo Vieira et al. (2015),

o fósforo possui funções estruturais importantes ao desenvolvimento vegetal, participando da fotossíntese, respiração, divisão, crescimento celular e, principalmente, no fornecimento de energia (ATP), promovendo o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas, notadamente do sistema radicular. Os teores de P variaram na faixa de 67,3 a 120,5 mg L⁻¹. Os teores adequados de potássio devem estar entre 1173 a 3910 mg L⁻¹ (PEREIRA et al., 2020).

Tabela 3. Teores de matéria orgânica e densidade volumétrica dos compostos orgânicos avaliados.

TRATAMENTOS	Matéria Orgânica	Densidade
	----- % -----	--- g L ⁻¹ ---
Comp. 25% CB + 75% PG	53,8	370
Comp. 50% CB + 50% PG	54,5	390
Comp. 75% CB + 25% PG	57,5	410
Comp. 50% CB + 50% PG Inoc	49,1	470

CB: casca de banana; PG: poda de grama; Inoc: inoculado com microrganismos *Lactobacilos plantarum* 10⁴ UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* 10³ UFC/mL- EM.

Os compostos geralmente possuem elevadas quantidades de P, entretanto, esse elemento geralmente não está disponível em forma adequada para a planta, como complexos orgânicos, sendo sua disponibilidade influenciada pelo pH. E o teor de K no composto varia em função de sua concentração na matéria-prima (LEAL, 2006).

Tabela 4. Teores solúveis de macronutrientes dos compostos orgânicos determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v).

	N-NH ₄ ⁺	Ca	Mg	P	K
	mg L ⁻¹				
Comp 1 25% CB + 75% PG	151,5	14,2	8,4	67,3	1100
Comp 2 50% CB + 50% PG	269,6	70,0	31,7	79,2	1800
Comp 3 75% CB + 25% PG	157,5	16,4	12,7	120,5	2300
Comp 4 50% CB + 50% PG Inoc	385,3	16,6	13,5	84,3	2100

CB: casca de banana; PG: poda de grama; Inoc: inoculado com microrganismos *Lactobacilos plantarum* 10⁴ UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* 10³ UFC/mL- EM.

O tratamento com 50% de casca de banana sem inoculação apresentou teores de Ca e Mg solúveis muito superiores aos demais tratamentos, mas não foi possível elaborar uma hipótese para essa resposta.

4.2 Experimento de Produção de Mudanças

4.2.1 Caracterização dos substratos

A Tabela 5 apresenta algumas características dos substratos. O composto orgânico 1 formado por 25% de casca de banana + 75% poda de grama + vermiculita apresentou pH 7,8, superior aos demais tratamentos. Assim, os valores de pH observados em compostos ricos em N normalmente têm relação estreita com a biotransformação do N da forma protéica para a forma amoniacal, pois no início do processo de compostagem o N se encontra, predominantemente, na forma amoniacal e tem como efeito a elevação do pH. Mas, com a estabilização do composto, ocorre a nitrificação, onde o amônio é transformado em nitrato, promovendo a redução do pH (LEAL et al., 2011). Para Minami e Salvador (2010) o valor de pH tem influência no crescimento das plantas devido ao efeito na disponibilidade de nutrientes. Os substratos com valores de pH entre 6,0 e 7,0 são considerados ideais, por apresentarem melhor capacidade de absorção de nutrientes.

O substrato SIPA apresentou maior valor de condutividade elétrica (CE) $2367 \mu\text{S cm}^{-1}$ e os demais compostos com valores de CE, entre 610 a $755 \mu\text{S cm}^{-1}$. Segundo, Brito et al. (2014), a CE do composto tem importância significativa para se saber a viabilidade do seu uso, pois materiais com altas concentrações de sais podem causar problemas de fitotoxicidade.

Tabela 5. Teores totais de matéria orgânica, densidade volumétrica, pH e condutividade elétrica (CE), determinados em extrato aquoso 1:5 (v/v), dos substratos avaliados.

	Matéria Orgânica ----- % -----	Densidade --- g L ⁻¹ ---	CE -- $\mu\text{S cm}^{-1}$ --	pH
Comp 1 (25% CB e 75% PG) + vermiculita (1:2 v/v)	19,7	340	610	7,8
Comp 2 (50% CB e 50% PG) + vermiculita (1:2 v/v)	23,4	330	755	7,4
Comp 3 (75% CB e 25% PG) + vermiculita (1:2 v/v)	23,0	310	748	7,0
Comp 4 (50% CB e 50% PG inoc.) + vermiculita (1:2 v/v)	17,7	360	620	6,9
Substrato SIPA	52,8	560	2367	6,7

CB: casca de banana; PG: poda de grama; Inoc: inoculado com EM.

O substrato testemunha apresentou os maiores valores de teor de matéria orgânica (%) e de densidade. Contudo, a vermiculita na mistura resultou em um substrato com reduzido teor de matéria orgânica, mas pouco alterou a densidade em relação aos valores observados nos compostos orgânicos puros (Tabela 3). Para Ferreira et al. (2014), a presença da matéria orgânica promove alguns benefícios como a retenção de umidade, o aumento da permeabilidade, a liberação lenta e gradativa de nutrientes para as plantas, a melhoria da estrutura, do poder tampão e da atividade biológica nos sistemas.

O substrato testemunha SIPA apresentou maiores teores solúveis em água de N amoniacal, Ca, Mg e P quando comparado aos demais substratos, atingindo $216,76 \text{ mg L}^{-1}$, 116 mg L^{-1} , 152 mg L^{-1} e $73,53 \text{ mg L}^{-1}$ desses nutrientes, respectivamente. O composto 3 + vermiculita apresentou o maior teor de K solúvel em água com 750 mg L^{-1} , conforme Tabela 6.

Tabela 6. Teores de N-NH₄⁺ e de macronutrientes dos substratos determinados em extrato aquoso 1:1,5 (v/v).

	N-NH ₄ ⁺	Ca	Mg	P	K
	mg L ⁻¹				
Comp 1 + vermiculita (1:2 v/v)	117,17	19	73,5	21,71	495
Comp 2 + vermiculita (1:2 v/v)	119,21	36,4	109	19,77	660
Comp 3 + vermiculita (1:2 v/v)	135,59	17	114	32,88	750
Comp 4 + vermiculita (1:2 v/v)	77,51	18,6	112	16,69	670
Substrato SIPA	216,76	116	152	73,53	580

CB: casca de banana; PG: poda de grama; Inoc: inoculado com EM.

O substrato com 50% de casca de banana com inoculação apresentou teor de N-NH₄⁺ solúvel muito inferior aos demais tratamentos. Uma hipótese para explicar essa resposta é que a inoculação proporcionou maior eficiência e rapidez ao processo de transformação do N-amoniaco para N-nítrico, o que também explicaria o menor pH deste substrato em comparação ao tratamento sem inoculação.

4.2.2. Variação do pH e da condutividade elétrica dos substratos na produção de mudas

Os resultados da análise estatística estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que os fatores substrato e tempo e a sua interação apresentaram efeitos altamente significativos para quase todas as características avaliadas, demonstrando que existem diferenças significativas no pH e na CE dos substratos avaliados e que as respostas variam em função do tempo de desenvolvimento das mudas.

Tabela 7. Resultados da análise de variância do esquema parcela dividida, com substrato na parcela e tempo na subparcela, apresentando os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores, e os coeficientes de variação das parcelas e das subparcelas.

	Nível de significância			CV%	
	Substrato	Tempo	Interação	Parc.	Sub-Parc.
pH Alface	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	1,45	1,40
pH Beterraba	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	1,48	1,14
pH Tomate	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	2,23	1,77
CE Alface ¹	<0,009 **	<0,001 **	0,045 *	9,51	9,47
CE Beterraba ¹	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	2,49	2,37
CE Tomate ¹	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	3,12	2,73

** : significativo ao nível de 1,0%; * : significativo ao nível de 5,0%; 1- transformação log (x).

Os valores de pH observados nos substratos das mudas de alface, beterraba e tomate estão apresentados nas Figuras 9,10 e 11, respectivamente. Todos os substratos apresentaram aumento do pH, principalmente nos primeiros sete dias de desenvolvimento das mudas, e após isto, o pH apresentou tendência de estabilização em valores próximos de 8,0 dos 7 aos 28 dias de desenvolvimento das mudas. O substrato SIPA apresentou pH inferior aos substratos formulados com a mistura de vermiculita com composto.

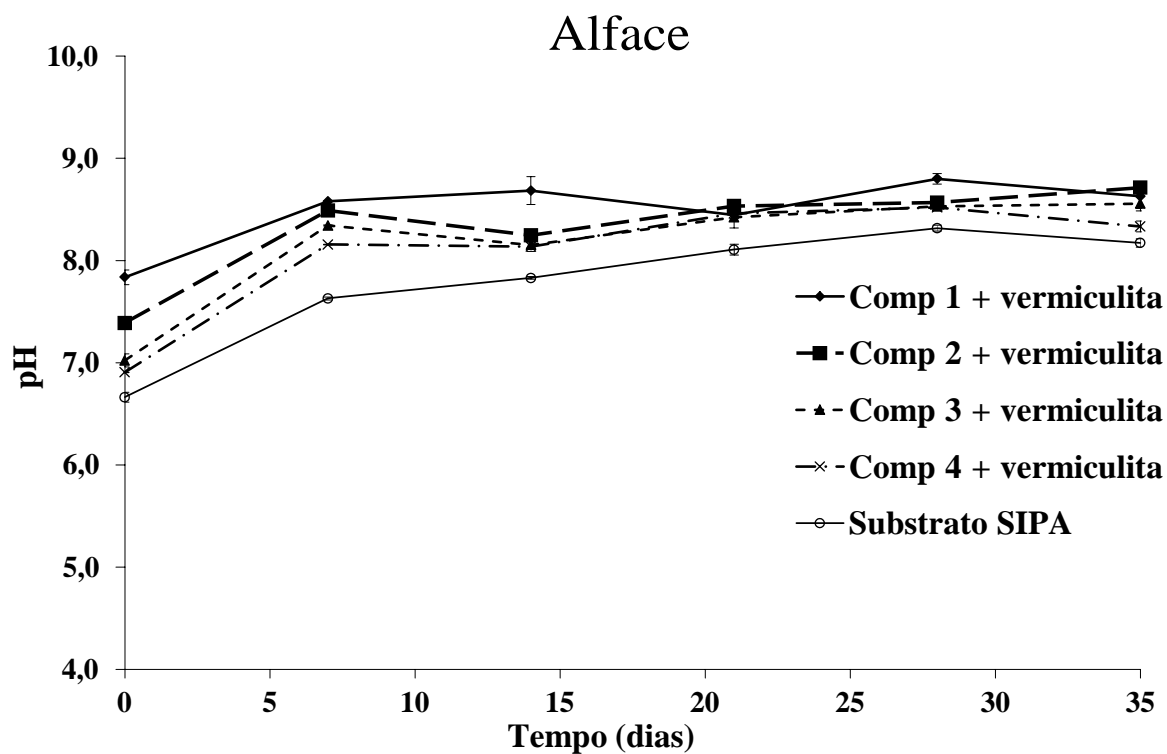


Figura 9. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de alface.

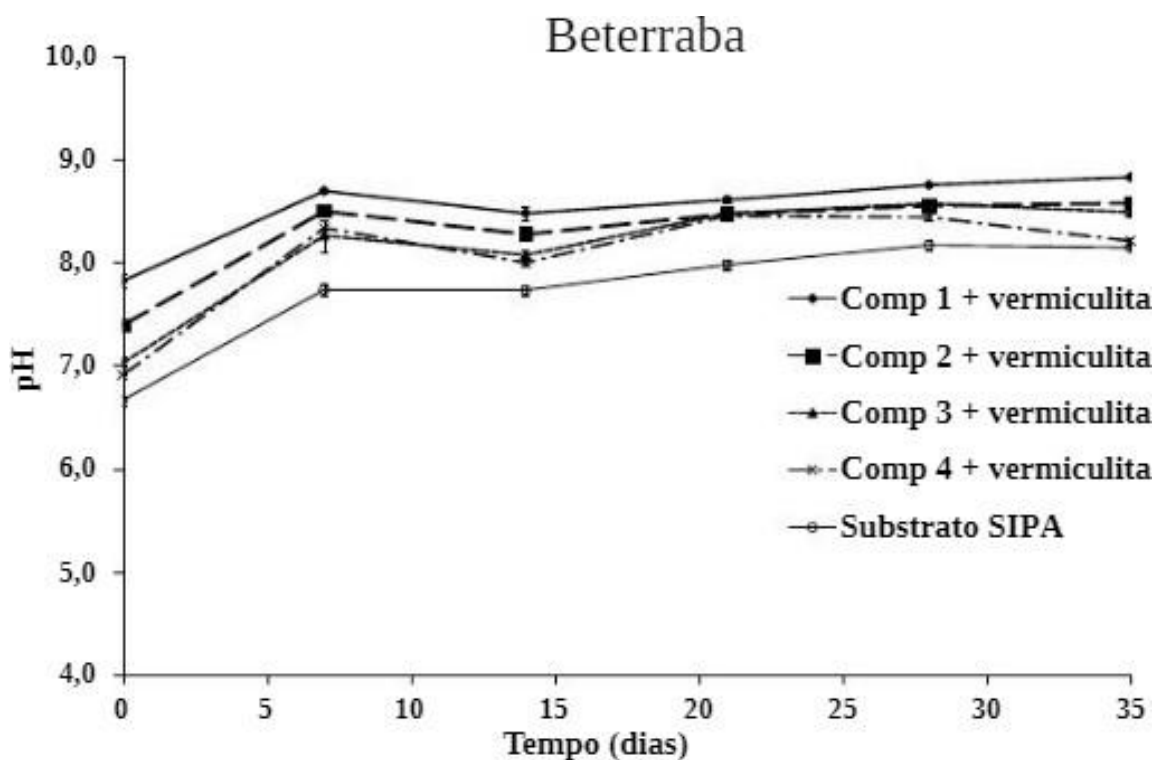


Figura 10. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de beterraba.

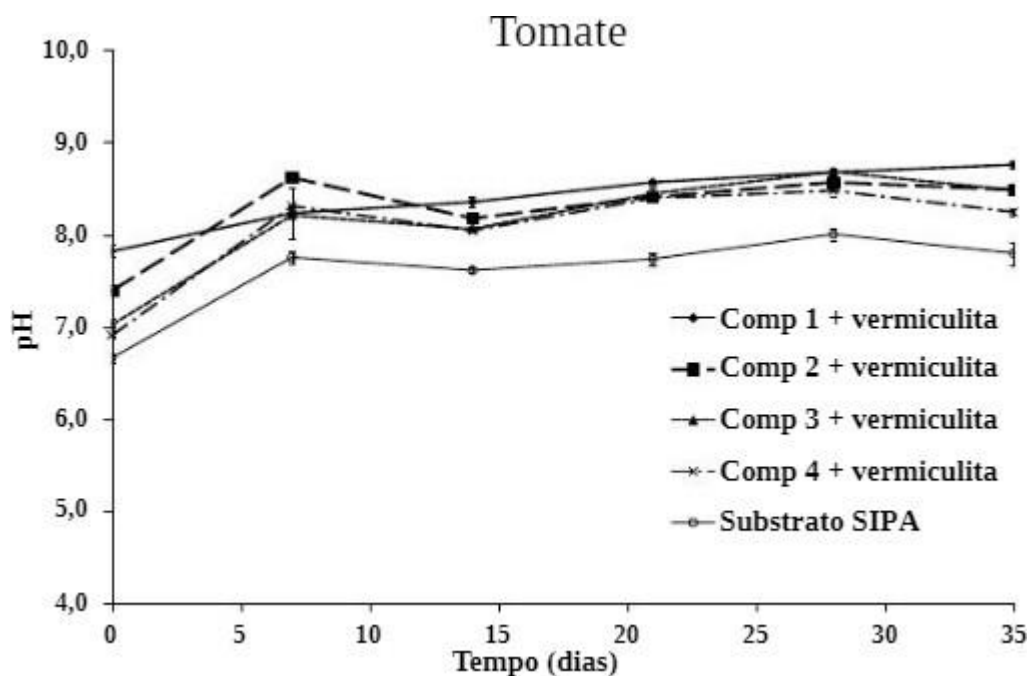


Figura 11. Valores de pH observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de tomate.

Os valores de CE observados nos substratos das mudas de alface, beterraba e tomate

estão presentes nas Figuras 12, 13 e 14, respectivamente. Se observa uma drástica queda nos valores de CE de todos os substratos no início do desenvolvimento das mudas, provavelmente evido ao excesso de água de irrigação. Segundo Gomes et al. (2008), a redução da condutividade elétrica de substratos pode estar relacionada ao efeito da irrigação promovendo a lixiviação de sais.

O substrato SIPA apresentava CE muito superior aos dos substratos formulados com vermiculita e composto no tempo zero, mas também apresentou drástica queda nos valores de CE no início do desenvolvimento das mudas. Segundo Pereira et al. (2020), a redução da condutividade elétrica está relacionada à extração de nutrientes realizada pelas mudas no decorrer de seu desenvolvimento nas bandejas. O autor ainda relata que a irrigação diária pode promover a eventual lixiviação de nutrientes, caso seja excessiva. A ocorrência de lixiviação de sais realizada pela chuva (e pela irrigação) pode reduzir a CE ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2002).

Contudo, valores de CE superiores a $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$ já indicam salinidade. Em estudo analisado por Brandão et al. (2020), em substratos formulados com compostos orgânicos em comparação com o substrato SIPA foi observado valores de condutividade elétrica (CE) próximos do limite superior recomendado, porém, se mantiveram dentro de uma faixa adequada. A CE não apresentou um padrão de variação entre os diferentes substratos.

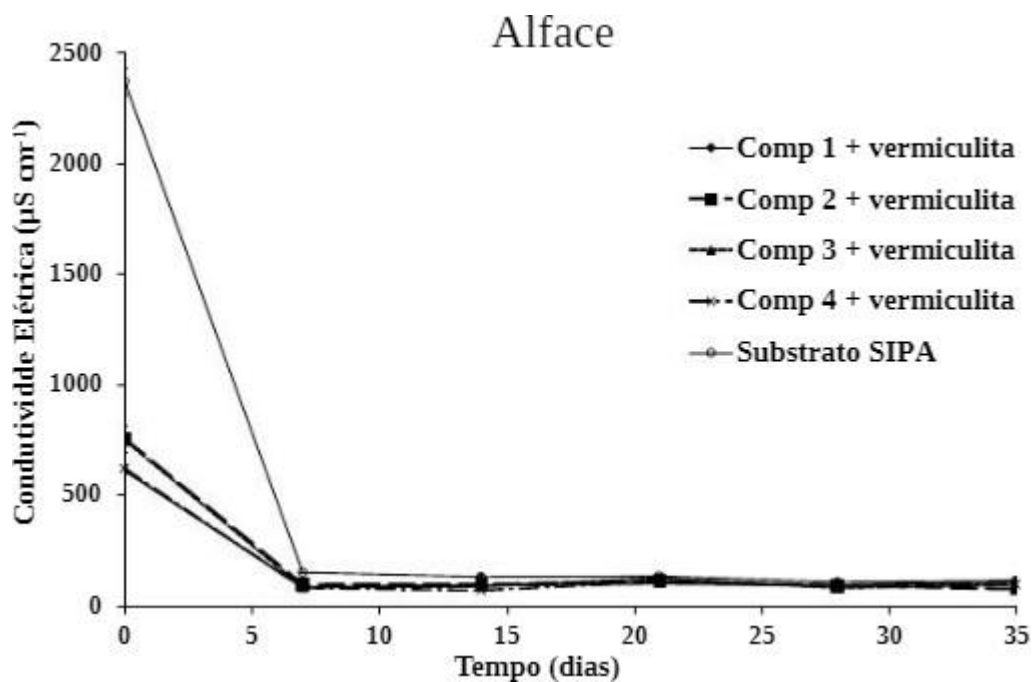


Figura 12. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de alface.

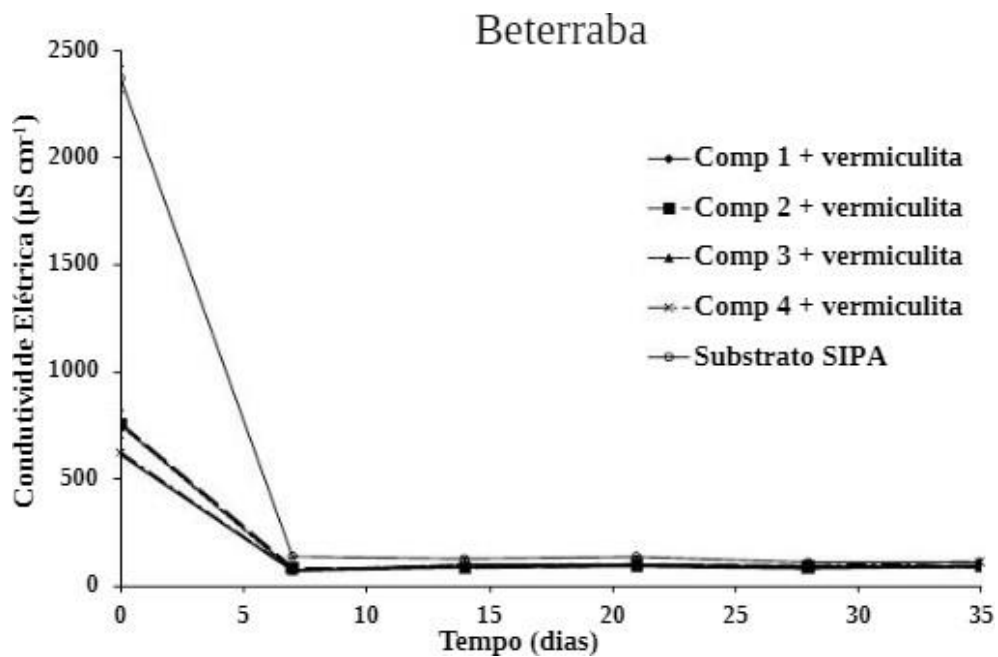


Figura 13. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de beterraba.

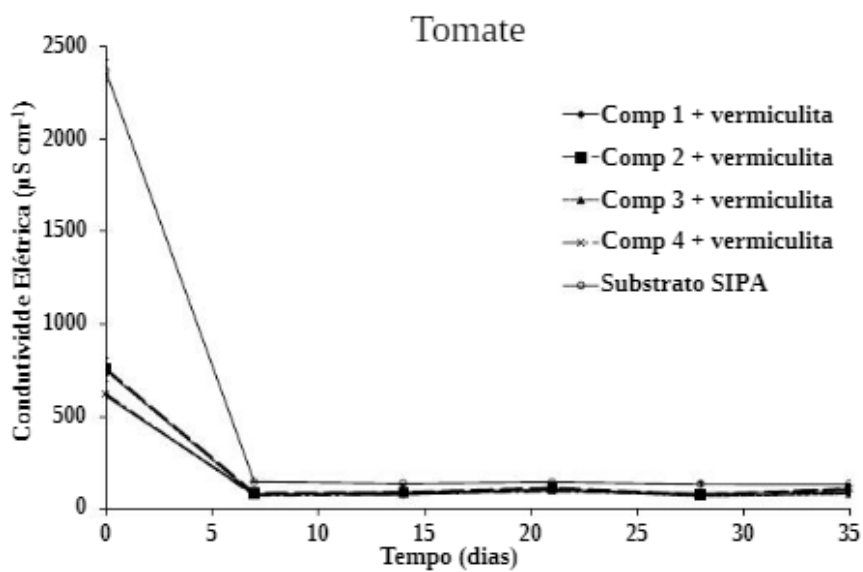


Figura 14. Valores de condutividade elétrica observados em diferentes substratos durante o desenvolvimento de mudas de tomate.

Segundo, Calvin et al. (2000) a condutividade elétrica é classificada em níveis: muito baixo (0 a 250 $\mu\text{S/m}$), baixo (260 a 750 $\mu\text{S/m}$), normal (760 a 1.250 $\mu\text{S/m}$), alto (1260 a 1750 $\mu\text{S/m}$), muito alto (1760 a 2250 $\mu\text{S/m}$) e extremo (acima de 2250 $\mu\text{S/cm}$). Calvin et al. (2000) afirmam em estudo que um substrato com CE entre 760 e 1250 $\mu\text{S/m}$ apresenta salinidade adequada ao desenvolvimento da maioria dos cultivos.

4.2.3. Mudanças de alface

De acordo com os resultados assinalados na Tabela 8, verifica-se que o substrato formulado com o composto 2 + vermiculita proporcionou maior desenvolvimento das mudas de alface, apesar de não diferir significativamente do substrato formulado com o composto 3 + vermiculita, e este não diferir significativamente dos demais tratamentos. Frazin et al. (2005), obtiveram valores de 122 mg planta⁻¹ para produção de massa fresca de mudas de alface Regina aos 20 dias após a semeadura e crescidas em substrato Plantmax sob condições controladas. Segundo Leal et al. (2009) os compostos enriquecidos com torta de mamona nos níveis de 0,5 e 2,0% apresentaram os melhores resultados de massa fresca de parte aérea, com valores de 223,1 e 255,2 mg planta⁻¹ em mudas de alface cultivar Vera. Diferenças na produção de massa fresca comercial de alface americana, cultivar Raider, foi observada por Yuri et al. (2011), cujos resultados foram de 570,1 g planta⁻¹ na época de inverno reduzindo para 319,0 g planta⁻¹ no verão.

Todos os compostos tiveram desempenho semelhante em relação ao volume de raiz e se mostraram semelhante ao substrato SIPA, sendo que apenas o composto 4 + vermiculita apresentou um valor abaixo com 0,50 mL. Os compostos 1 + vermiculita, composto 2 + vermiculita, composto 3 + vermiculita e SIPA apresentaram maior estabilidade dos torrões nas mudas de alface.

Tabela 8. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão de mudas de alface produzidas com substratos formulados com composto orgânico.

	Altura -- cm --	Número de folhas	Massa Fresca mg planta ⁻¹	Volume de Raiz ---- ml ----	Estabilidade do torrão
Comp 1 + vermiculita	2,0 Bc	3,6 bc	260 b	1,33 ab	3,33 A
Comp 2 + vermiculita	3,8 A	4,4 a	920 a	1,50 a	4,00 A
Comp 3 + vermiculita	3,0 Ab	4,0 ab	633 ab	1,00 ab	3,75 A
Comp 4 + vermiculita	1,9 C	3,3 c	273 b	0,50 b	2,17 B
Substrato SIPA	2,7 Abc	3,6 bc	550 ab	1,50 a	4,00 A
CV (%)	16,2	5,6	33,8	29,3	11,1

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

4.2.4. Mudas de beterraba

Nas mudas de beterraba (Tabela 9) a maior altura foi observada com o substrato formulado com o composto 2 + vermiculita com 2,6 cm, no entanto, as médias para altura dos compostos 1 + vermiculita, composto 3 + vermiculita e substrato SIPA não apresentaram diferenças significativas entre si. O substrato formulado com o composto 4 + vermiculita apresentou menor altura: 1,8 cm. Estes resultados foram inferiores aos observados por Fernandes et al. (2009), que encontraram valor máximo para altura de mudas de beterraba de 5,0 cm, quando produzidas em substrato à base de composto orgânico combinado com 2,0% de torta de mamona.

A média do número de folhas para os compostos 1, 2, 3 e 4 + vermiculita e SIPA não apresentaram diferença entre si através do teste de Tukey $p \leq 0,05$, com valores entre 3,4 e 4,4 folhas por planta.

Os resultados para massa fresca das mudas, que pode ser observado na Tabela 9, mostra que o composto 2 + vermiculita apresentou melhor resultado, com 627 mg planta⁻¹ seguido do substrato SIPA, compostos 1, 3 e 4 + vermiculita. Isso pode ter acontecido devido às suas características físicas com valores próximos ao ideal para porosidade total, água facilmente disponível e água remanescente, favorecendo o crescimento da parte aérea das mudas (WATTHIER, 2014).

Na avaliação do volume de raiz em mudas de beterraba (Tabela 9) o composto 2 + vermiculita apresentou 1,5 ml e o composto 4 + vermiculita menor volume de raiz (0,5 ml). Mudas de beterraba com sistema radicular mais desenvolvido resistem mais ao transplante que aquelas onde a parte aérea é mais suculenta (CARLILE, 1997). Assim, o substrato exerce uma influência sobre o sistema radicular, atribuído principalmente à quantidade e tamanho das partículas que definem a aeração e a retenção de água necessária ao crescimento das raízes (FERRAZ et al., 2005).

Todos os compostos apresentaram boa estabilidade dos torrões para produção de mudas de beterraba conforme Tabela 9.

Tabela 9. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão de mudas de beterraba produzidas com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.

	Altura -- cm --	Número de folhas	Massa Fresca mg planta ⁻¹	Volume de Raiz ---- ml ----	Estabilidade do torrão
Comp 1 + vermiculita	2,0 ab	3,5 a	210 c	1,33 ab	3,58 A
Comp 2 + vermiculita	2,6 a	4,4 a	627 a	1,50 a	4,00 A
Comp 3 + vermiculita	2,1 ab	3,6 a	287 bc	0,50 b	3,83 A
Comp 4 + vermiculita	1,8 b	3,4 a	207 c	0,50 b	3,83 A
Substrato SIPA	2,0 ab	4,1 a	403 b	0,67 ab	4,00 A
CV (%)	13,2	11,7	19,3	40,6	7,7

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

4.2.5. Mudanças de tomate

De acordo com os resultados da Tabela 10, o substrato SIPA, junto com o substrato composto 2 proporcionaram a maior produção de massa fresca das mudas de tomate com 227 e 223 mg planta⁻¹, respectivamente. Os demais tratamentos apresentaram valores significativamente inferiores. As alturas das mudas em todos os tratamentos foram inferiores às encontradas por Leal et al. (2007), estudando compostos orgânicos para a produção de mudas de tomate, verificaram que a mistura de 66% de crotalária e 33% de napier promoveram mudas com altura de 10,3 cm, em bandejas de 128 células aos 33 dias. Leal et al. (2009), verificaram que na produção de mudas de tomates, os tratamentos enriquecidos com torta de mamona apresentaram valores de altura da parte aérea significativamente maiores que os demais tratamentos.

Tabela 10. Altura, número de folhas, massa fresca da parte aérea, volume das raízes e estabilidade do torrão mudas de tomate produzidas com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.

	Altura -- cm --	Número de folhas	Massa Fresca mg planta ⁻¹	Volume de Raiz ---- ml ----	Estabilidade do torrão
Comp 1 + vermiculita	2,7 bc	2,0 b	83 b	0,67 a	3,25 Ab
Comp 2 + vermiculita	4,8 a	3,2 a	80 b	0,83 a	4,00 A
Comp 3 + vermiculita	3,5 b	3,1 a	223 a	0,67 a	3,75 A
Comp 4 + vermiculita	2,3 c	2,7 a	100 b	0,50 a	2,58 B

Substrato SIPA	3,6 b	2,7 a	227 a	0,50 a	3,75 A
CV (%)	10,6	9,8	17,2	35,3	11,8

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

4.2.6 Microverde - Alface Romana

Na produção de microverdes de alface romana não foram observadas diferenças significativas entre os substratos formulados com os compostos 1, 2, 3, 4 + vermiculita em relação à altura, conforme observado na Tabela 11. O substrato SIPA apresentou diferença significativa em relação aos demais, com baixo desempenho. Este resultado pode estar relacionado à alta condutividade elétrica, concordando com Brito et al. (2014) e Calvin et al (2000), onde relatam que a CE do composto tem importância significativa para se saber a viabilidade do seu uso, pois materiais com altas concentrações de sais podem causar problemas de fitotoxicidade.

Em relação à produção de massa fresca, os maiores valores foram obtidos com os substratos formulados à base dos compostos 2 e 3 e do substrato SIPA.

Tabela 11. Altura, número de plantas, massa fresca de microverdes de alface produzidos com substratos formulados com diferentes compostos orgânicos.

	Altura	Massa Fresca
	-- cm --	mg célula ⁻¹
Comp 1 + vermiculita (1:2 v/v)	8,2 a	14,5 c
Comp 2 + vermiculita (1:2 v/v)	7,8 a	33,1 a
Comp 3 + vermiculita (1:2 v/v)	8,0 a	29,1 a
Comp 4 + vermiculita (1:2 v/v)	8,1 a	21,2 bc
Substrato SIPA	4,7 b	26,7 ab
CV (%)	3,9	11,2

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

4.2.7 Microverde Mostarda

Para o cultivo de microverde de mostarda (Tabela 12), foi verificado a mesma resposta do composto SIPA apresentado para o microverde de alface romana, quanto à altura da planta, diferindo significativamente em relação aos substratos dos compostos 1, 2, 3 e 4 + vermiculita. Observou-se que os compostos 1, 2 e 3 + vermiculita não apresentaram diferenças significativas apresentando melhor desempenho para altura na produção de microverde de mostarda.

O composto 1 + vermiculita apresentou melhores resultados para a avaliação de massa fresca. Os compostos 3, 4 e SIPA (testemunha) apresentaram valores de massa fresca similares, mas não apresentando diferenças significativas entre si.

Tabela 12. Altura, número de plantas, massa fresca de microverdes de mostarda produzidos com diferentes substratos orgânicos.

	Altura	Massa Fresca
	-- cm --	mg célula ⁻¹
Comp 1 + vermiculita (1:2 v/v)	9,20 a	28,7 a
Comp 2 + vermiculita (1:2 v/v)	8,98 a	14,3 c
Comp 3 + vermiculita (1:2 v/v)	9,37 a	17,5 bc
Comp 4 + vermiculita (1:2 v/v)	6,43 b	21,3 b
Substrato SIPA	4,30 c	18,6 bc
CV (%)	9,5	12,8

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

O substrato formulado com o composto 1 + vermiculita apresentou para a produção de microverde de mostarda resultados melhores do que aqueles obtidos para o microverde de alface romana. Essa diferença das respostas na produção de microverde de alface e mostarda pode estar relacionada à composição de macronutrientes dos compostos + vermiculita avaliados. Os compostos 2 e 3 + vermiculita apresentaram maior teor de K em comparação com o composto 1 + vermiculita, obtendo melhores resultados na produção de microverde de alface. Segundo Primavesi (2002), a resistência vegetal ao frio, à seca e a doenças depende em larga escala de um suprimento adequado de K. Assim, verifica-se que o potássio contribui para o rápido e vigoroso crescimento das plantas. O K, em geral, é encontrado com teores insuficientes em solos brasileiros e é o macronutriente mais acumulado pela alface (GRANGEIRO et al., 2006; ABREU, 2008). Segundo Prado (2008), o contato íon raiz ocorre pelo caminhamento do K até as raízes pelo fenômeno da difusão, podendo este ser afetado por diversos fatores, tais como: umidade do solo, concentração do íon no solo e idade da planta. Uma vez presente na planta (células do tecido radicular), o K permanece na forma iônica, fato que facilita o seu transporte e redistribuição, por isso, considerado um dos nutrientes mais móveis na planta (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

5 CONCLUSÕES

Constatou-se que o pH dos substratos apresentavam valores próximo à neutralidade ou levemente alcalino.

Observou-se expressiva redução da CE de todas as formulações de substrato aos 7 dias após a semeadura e mantendo-se em valores abaixo de $150 \mu\text{S cm}^{-1}$, provavelmente devido à irrigação excessiva.

O substrato orgânico, obtido a partir da compostagem de resíduos agroindustriais na proporção de 50% de casca de banana + 50% de apra de grama + vermiculita, apresentou resultados melhores ou similares ao substrato SIPA para a produção de mudas de alface, de beterraba e de tomate, indicando a possibilidade de sua utilização no cultivo de hortaliças. Contudo, o tratamento com 50% casca de banana + 50% apra de grama + vermiculita também apresentou bom resultado para a produção de microverde de alface romana pois apresentou maior massa fresca das plantas. Na produção de microverde de mostarda, o substrato formulado com composto de 25% casca de banana + 75% apra de grama + vermiculita proporcionou maior produção de massa fresca das plantas.

O substrato formulado com composto inoculado com microrganismos *Lactobacilos plantarum* 10^4 UFC/mL e *Saccharomyces cerevisiae* 10^3 UFC/mL- EM apresentou desempenho similar aos demais substratos avaliados na produção de mudas de hortaliças e de microverdes, demonstrando que é desnecessário a realização de inoculações com esses microrganismos na compostagem de casca de banana visando a produção de substratos.

É possível obter substratos orgânicos eficientes para a produção de mudas de hortaliças e de microverdes, constituídos por vermiculita e por composto da mistura de casca de banana e poda de grama.

Para a agricultura orgânica de base familiar, o microverde torna-se uma oportunidade e alternativa para rápida produção e comercialização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, I. M. O. **Produtividade e qualidade microbiológica de alface sob diferentes fontes de adubos orgânicos**. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.
- AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, v. 12, 4p., 2005. (Circular Técnica).
- BARDIYA, N.; SOMAYAJI, K. Biomethanation of banana peel and pineapple waste. **Bioresource Technology**, v. 58, p. 73–76, 1996.
- BAKRY, F.; CARREL, F.; CARUANA, M. L.; COTE, F. X.; JENNY, C.; TEZENAS, D. H. Les bananiers. Amélioration des plantes tropicales, CIRAD-ORSTOM, p. 109–139, 1997.
- BENITES, V. D. M.; BEZERRA, F.; MOUTA, R.; ASSIS, I. D.; SANTOS, R.; CONCEIÇÃO, M. D.; ANDRADE, A. G. **Produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da manutenção da área gramada do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 61, de 8 de junho de 2020. 2020.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 52, de 15 de março de 2021. 2021.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12.305. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2010. 2010.
- BRITO, L. M.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Compostagem de biomassa de acácia com casca de pinheiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 59-68, 2014.
- CALVIN, T.J.; WHIPKER B. E.; FONTENO, W.C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J.L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extration Method. **Horticulture Informations Leaflet**, v. 590, 2000.
- COUTINHO, A. A. Experiência com aproveitamento dos resíduos do corte de grama. In II SIGRA - Simpósio sobre gramados “Manejo de gramas na produção e em gramados formados”; UNESP- Faculdade de Ciências Agronomicas, Botucatu, SP, 28 e 29 de maio de 2004 GEMFER- Grupo de Estudos e Pesquisa em Manejo de Fertilizantes e Resíduos. Disponível em: <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/Experiencia-Uso-de-Res%C3%ADduos-com-Corte-de-Grama.pdf> Acesso em 14 de abril de 2021.
- COCHRAN, B. J.; CARNEY, W. A.; CAFFEY, H. R.; BAGENT, J. L. **Basic Principles of Composting**, Pub. 2622, 12 p., 1996. Disponível em: <http://seafood.oregonstate.edu/.pdf%20Links/Basic-Principles-of-Composting-LSU.pdf> Acesso em 14 de abril de 2021.
- COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. **Compostagem e Reaproveitamento de Resíduos Orgânicos Agroindustriais: Teórico e Prático**. Piracicaba: ESALQ, Piracicaba, 2008, 35 p.

DI GIOIA, F.; RENNA, M.; SANTAMARIA, P. Microgreens and “Baby Leaf” Vegetables. In: **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables**. Estados Unidos: Springer, 2ªed, 2017. pg 411-428.

DOUBLET, C. J.; POITRENAUD, F. M.; HOUOT, S. Influence of bulking agents on organic matter evolution during sewage sludge composting; consequences on compost organic matter stability and N availability. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 2, p. 1298-1307, 2011.

EMAGA, T. H. et al. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v. 103, p. 590-600, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.htm> 1
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm> 2013 Acesso em 14 de abril de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm> .2008. Acesso em 14 de abril de 2021.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Statistic Series 52. Yearbook Production**. Agriculture Rome, Italy, v. 117, p. 254, 1999.

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

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Produção e mercado internacional de banana**. 2014.

GIOVANNINI, E. Aproveitamento de resíduos da industrialização de frutas. **Agropecuária Catarinense**, v. 10, n. 2, p. 67, 1997.

GOMES, L. A. A.; RODRIGUES, A. C.; COLLIER, L. S.; FEITOSA, S. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 359-363, 2008.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO. A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F. OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, 190-194, 2006.

INIBAP 2003. **Just how far are bananas from extinction?**. 2003. Disponível em: www.inibap.org/new/realease2101.doc Acesso em 14 de abril de 2021.

KALEMELAWA, F.; NISHIHARA, E.; TSUNYOSHI, E.; AHMAD, Z.; YEASMI, R.; TENYWA, M.M.; YAMAMOTO, S. An evaluation of aerobic and anaerobic composting of banana peels treated with different inoculums for soil nutrient replenishment. **Bioresource Technology**, v. 126, p. 375-382, 2012.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, p. 1008-1014, 2005.

LARNEY, F. J.; HAO, X. A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. **Bioresource technology**, v. 98, n. 17, p. 3221-3227, 2007.

LEAL, M. A. A. **Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com a palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

LEAL, M. A. A.; AQUINO, A. A.; FERNANDES, R. C.; MATEUS, J. S. **Diferentes níveis de enriquecimento de composto orgânico visando sua utilização como substrato para produção de mudas de hortaliças**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, v. 58, 20p. 2009. (Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento).

LEAL, M. A. A.; SILVA, S. D.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G. **Adubação orgânica de beterraba com composto obtido a partir da mistura de palhada de gramínea e de leguminosa**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, v. 43, 20p. 2009. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; SANTOS, S. S. **Processo de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, v. 77, 23 p., 2011. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

MALDONADO, J. F. M.; IDE, C. D.; MONTEIRO, J. C. S. B.; VIEIRA, A.; FILHO, L. M. R.; GRAÇA, J. A. **Produção de banana em pequenas áreas no Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: Pesagro-Rio, 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARTINS, Q. S. A et al. Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 591-608, 2019.

MATSUURA, F. C. A. U.; Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2005.

PACE, M. G.; MILLER, B. E.; FARRELL-POE, K. L. **The Composting Process**. Utah State University, 2 p., 1995.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo**. Editora UFRV, Viçosa, 81p., 2007.

PEREIRA, M. S. C.; ANTUNES, L. F. S. AQUINO, A. M., LEAL, M. A. A. Substrato a base de esterco de coelho na produção de mudas de alface. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 58-65, 2020.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407 p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

ROSSO, S. R. **Aproveitamento do Resíduo da Agroindústria da Banana: Caracterização Química e Levantamento de Parâmetros Termodinâmicos**. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 521-525, 2001.

- SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S.; PAULETTI, G. F.; PANSERA, M. R.; RUPP, L. C. D.; VENTURIN, L.; RIBEIRO, T. S. **Compostagem**: Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012, 16 p. (Cartilha).
- SILVA, M. B.; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, v. 56, n. 5, p. 551-554, 2009.
- URIBE, J. F.; et al Evaluación de los Microorganismos Eficaces (E.M.) em producción de abono orgânico a partir del estiérco de aves de jaula. **Rev. Col. Cienc. Pec**, v. 14, n. 2, p. 164-172, jun. 2001.
- TEWARI, H. K.; MARWAHA, S. S.; RUPAL, K. Ethanol From bananas peels. **Agricultural Wastes**. v. 16, n. 2, p. 135-146, 1986.
- TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management**: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, New York, p. 3-22, 1993.
- THEODORO, P. S. **Utilização da eletrocoagulação no tratamento de efluentes da indústria galvânica**. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2010.
- XIAO, Z.; LESTER, G. E.; LUO, Y.; WANG, Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 31, p. 7644-7651, 2012.
- XIAO, Z. et al. Microgreens of brassicaceae: mineral composition and content of 30 varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 87-93, 2016.
- YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J.; PETRAZZINI, L. L. Doses de nitrogênio e época de cultivo de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. S3609 - S3617, 2011.

7 ANEXOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

PRISCILLA RODRIGUES RUELLA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 12/11/2021

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Marco Antônio de Almeida Leal
Dr. Embrapa
(Orientador, Presidente da Banca)

Carlos David Ide
Dr. Pesagro-Rio

José Guilherme Marinho Guerra
Dr.Embrapa



Emitido em 12/11/2021

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 17543/2021 - PPGAO (12.28.01.00.00.36)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 01/02/2022 18:47)

MARCO ANTONIO DE ALMEIDA LEAL

ASSIVANTE EXTERNO

CPF: 991.790.757-20

(Assinado digitalmente em 10/02/2022 07:51)

JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA

ASSIVANTE EXTERNO

CPF: 785.371.857-87

(Assinado digitalmente em 24/04/2022 14:34)

CARLOS DAVID IDE

ASSIVANTE EXTERNO

CPF: 349.758.107-00

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número:
17543, ano: 2021, tipo: DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS, data de emissão: 01/02/2022 e o código de
verificação: **df0ea33b6f**