

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ANA PAULA GUSMÃO  
PAULA GABRIELA RIPP**

**UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2016**

**ANA PAULA GUSMÃO**  
**PAULA GABRIELA RIPP**

**UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, do Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Thiago Edwiges

**MEDIANEIRA**

**2016**



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Medianeira  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

por

ANA PAULA GUSMÃO  
PAULA GABRIELA RIPP

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 15:30h do dia 20 de junho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. As candidatas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Me. Thiago Edwiges  
Orientador

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Larissa De B. C. Sabbi  
Membro Titular

---

Me. Higor E. Francisconi Lorin  
Membro Titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedicamos este trabalho às nossas famílias, pelo incentivo e apoio sempre oferecido.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, que esteve presente em todos os momentos, nos fortalecendo, iluminando e não nos deixando desanimar e nem desistir.

Aos nossos pais Sebastião W. Gusmão e Salete G. Gusmão, Paulo C. Ripp e Rosane Balsan, por todos os esforços dedicados à nossa formação. Vocês foram nosso maior incentivo e esta conquista também é de vocês. Às nossas irmãs Brunas, pelo companheirismo, parceria e inspiração.

Aos amigos. Seria injusto citar nomes apenas de alguns, por isso, a vocês nossos amigos e amigas, muito obrigada! Obrigada pelas palavras de apoio e ensinamentos, pelos momentos de descontração, pelos pousos em suas casas, pelos favores realizados, pela preocupação. Vocês deixaram essa caminhada mais leve.

Agradecemos as contribuições diretas de Caroline M. Maffini, pelos empréstimos realizados em seu nome na biblioteca da Unioeste e toda demais ajuda, de Bruna Mayer pelas análises nos ensinada e Rafaela Perandré por compartilhar seus conhecimentos em inglês.

Ao Professor Me. Thiago Edwiges, por ter nos aceitado como orientandas, pelo suporte oferecido e pelas oportunidades que este trabalho nos proporcionou, como a realização de cursos e conhecendo pessoas admiráveis. Em especial, a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Monica Sarolli e o Prof. Dr. Luiz Antonio M. Costa e aos alunos da pós-graduação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná do Câmpus Cascavel, Francielly Torres e Higor E. F. Lorin por toda ajuda e ensinamentos nas análises, e Plinio Rodrigues pela doação do composto.

Ao Prof. Dr. Emerson Fey, ao aluno da pós-graduação Pablo e demais funcionários da Universidade Estadual do Oeste do Paraná do Câmpus Marechal Cândido Rondon, pela permissão em realizar o experimento nas estufas e as análises nos laboratórios. Sempre fomos muito bem recebidas em ambos os Câmpus da Unioeste, muito obrigada!

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira, ao corpo docente do curso de Engenharia Ambiental e demais servidores e funcionários, que em vários momentos desprenderam seu tempo e atenção para nos ajudar, em especial a Prof<sup>a</sup>. Larissa Criamolera Sabbi e a técnica de laboratório Simone.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena  
Acreditar no sonho que se tem  
Ou que os seus planos nunca vão dar certo  
Ou que você nunca vais ser alguém.”  
(Renato Russo)

## RESUMO

GUSMÃO, Ana Paula; RIPP, Paula G. **Utilização de Composto Orgânico para Produção de Mudanças**. 2016. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

A crescente geração de resíduos sólidos vem se tornando cada vez mais uma preocupação mundial. Os resíduos sólidos orgânicos compõem grande parcela dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil. Dessa forma, vem se buscando alternativas ambientalmente adequadas a fim de utilizar o potencial de reaproveitamento desses resíduos como substratos e fertilizantes orgânicos. A compostagem tem se mostrado como uma eficiente alternativa para o tratamento desses resíduos, tanto ambientalmente quanto economicamente. Ao final de seu processo tem-se como produto um material rico em matéria orgânica e nutrientes, que pode ser utilizado como adubo ou como substrato. O objetivo deste trabalho foi identificar a eficiência da utilização de substratos oriundos de um processo de compostagem para a produção de mudas da Alface (*Lactuca sativa L.*) Crespa. Utilizou-se um composto comercial a nível de comparação e seis compostos orgânicos constituídos pela mistura dos seguintes resíduos: tripa celulósica, lodo de flotador, poda urbana, resíduos de incubatório, ração, resíduo de silo, palha de trigo e carvão. Foram realizadas análises de pH, condutividade elétrica, macronutrientes, teste de fitotoxicidade e a produção de mudas em bandejas. A etapa de produção de mudas ocorreu em casa de vegetação por um período de 30 dias, onde foram utilizadas bandejas de isopor de 200 células como bloco experimental. Ao final dessa etapa, fez-se uso de parâmetros fitométricos para avaliação das mudas. Por meio de análise estatística multivariada, identificou-se que a medida da parte aérea e diâmetro do coleto foram os parâmetros indicadores de eficiência do substrato no desenvolvimento das mudas. A utilização de compostos produzidos por compostagem mostrou-se mais eficiente para produção de mudas quando comparado com o composto comercial. A utilização como substrato para produção de mudas de alface ofereceu os nutrientes necessários para a planta além de resolver a problemática da geração de resíduos orgânicos, proporcionando uma forma de tratamento que não implica na sua disposição inadequada.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Compostagem. Substrato orgânico. Mudanças de alface. *Lactuca Sativa* Crespa.

## ABSTRACT

GUSMÃO, Ana Paula; RIPP, Paula G. **Use of Organic Compound for Seedling Production** 2016. 82 p. Course Conclusion Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technology University of Parana. Medianeira, 2016.

The growing of solid wastes generation is becoming even more a global concern. The organic solid wastes compose a large portion of municipal solid wastes generated in Brazil. Thus, it has been seeking adequate environmental alternatives to use the potential of these wastes as organic substrates and fertilizers. Composting has been shown an effective alternative for the treatment of these wastes, environmentally and economically. At the end of its process, there is a product with great value of organic matter and nutrients, which can be used as fertilizer or substrate. The objective of this study was to identify the efficiency of using substrates coming from a composting process to the production of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) Crespa. It was used a commercial compost in comparison level to six organic compounds, which had the following composition of mixture: cellulosic casings, flotation sludge, urban pruning, hatchery waste, feed, silo waste, wheat straw and coal. pH analyzes were performed, electrical conductivity, macronutrients, phytotoxicity test and production of seedlings in trays. The seedling production stage occurred in the greenhouse for a period of 30 days, where polystyrene 200 cells trays were used as experimental block. At the end of this stage, it was made use of phytometric parameters to evaluate the samples. Through multivariate statistic analysis, it was found that the extent of shoot and stem diameter were the indicator parameters of substrate efficiency in the development of seedlings. The use of compost produced by composting was more efficient for production of lettuce seedlings when compared to the commercial compost. The use as a substrate for production of lettuce seedlings offered the necessary nutrients for the plant as well as solve the problem of organic waste generation, providing a form of treatment that does not imply their improper disposal

**Keywords:** Solid waste. Composting. Organic substrate. Lettuce seedlings. *Lactuca Sativa* Crespa.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prioridade da gestão de resíduos. ....	18
Figura 2 - Faixas de temperatura atingidas durante o processo de compostagem ...	20
Figura 3 - Germinação de uma semente de Janaguba. Tegumento (tg); Plúmula (pl); Cotilédone (c); Hipocótilo (hp); Colo (co); Raiz primária (rp); Raiz secundária (rs). ...	29
Figura 4 - Substratos usados em estudo.....	37
Figura 5 - Análise de pH (a) e análise da CE (b).....	38
Figura 6 – Espectrofotômetro de chama (a); bloco digestor (b); destilador de nitrogênio (c).....	40
Figura 7 - Sementes nuas de alface.....	41
Figura 8 - Amostras (iniciais) sem qualquer filtração (a); amostras após a primeira filtração com algodão (b); amostras após a segunda filtração com algodão (c); filtração com papel filtro (d).....	42
Figura 9 - Todos os compostos já com os extratos parcialmente transparentes.....	42
Figura 10 - Modo em que as sementes foram organizadas dentro das placas de Petri. ....	43
Figura 11 - Parte onde foi realizada a medição da radícula da plântula.....	43
Figura 12 - Sementes peletizadas de alface. ....	44
Figura 13 - Divisão da bandeja para cada substrato, desde o comercial até a sexta leira.....	45
Figura 14 - Estufa (a) bandejas com os compostos dentro da estufa (b). ....	46
Figura 15 - Estufas com aspersores automáticos. ....	46
Figura 16 - Suporte universal ajustado a uma altura de 30 cm (a); muda de alface paralela a régua e ao suporte universal (b).....	48
Figura 17 - Medição da raiz com régua de 30 cm (a); medição da parte área com régua de 30 cm (b); medição do diâmetro do coleto com paquímetro (c). ....	49
Figura 18 - Manchas nas mudas de alface. ....	53
Figura 19 - Último dia do teste de germinação.....	55
Figura 20 - Após 30 dias de germinação em bandejas. ....	57
Figura 21 - Mudanças de alface de todos os tratamentos. ....	62
Figura 22 - Características dos torrões após realização do teste de estabilidade a) e resistência b).....	65

## LISTA GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores de Nitrogênio e Carbono dos substratos orgânicos.....	52
Gráfico 2 - Valores de Fósforo e Potássio dos substratos orgânicos.....	52
Gráfico 3 - Relação C/N dos substratos orgânicos.....	54
Gráfico 4 - Resultado do Índice de Germinação dos substratos. ....	55
Gráfico 5 - Análise de componentes principais. ....	59
Gráfico 6 - Tamanho médio das raízes das mudas.....	61
Gráfico 7 - Números de folhas das mudas de alface.....	66
Gráfico 8 - Massa fresca da parte aérea e da raiz das mudas.....	67
Gráfico 9 - Massa seca da parte aérea e da raiz das mudas. ....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição dos seis tratamentos testados .....	36
Quadro 2 - Quantidade de revolvimento por semana e diferença dos ambientes em que as leiras foram posicionadas.....	36
Quadro 3 - Características do composto comercial.....	37
Quadro 4 - Frequência de análises na etapa de produção de mudas.....	47
Quadro 5 - Caracterização dos substratos.....	51
Quadro 6 - Classificação qualitativa de fitotoxicidade.....	56
Quadro 7- Médias finais dos parâmetros fitométricos das mudas de alface.....	57
Quadro 8 - Notas atribuídas para o teste de estabilidade do torrão.....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste de normalidade executado com os parâmetros.....	58
Tabela 2 - Dados da análise de correlação linear de Pearson.....	58
Tabela 3 - ANOVA Parte aérea.....	60
Tabela 4 - Teste de Tukey aplicado as médias das partes aéreas .....	60
Tabela 5 - ANOVA Raízes.....	61
Tabela 6 - ANOVA Diâmetro .....	63
Tabela 7 - Teste de Tukey aplicado as médias do diâmetro do coletor.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BOD	Biochemical Oxygen Demand
C	Comercial
C/N	Carbono/nitrogênio
CE	Condutividade elétrica
Cm	Centímetro
Ds	Decisiemens
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
G	Grama
H	Hora
IG	Índice de Germinação
IPEF	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
Kg	Quilograma
m	Metro
M.F	Massa Fresca
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MMA	Ministério Do Meio Ambiente
mS	Millisimens
M.S	Massa Seca
NBR	Normativa Brasileira
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
R	Repetições
T	Tratamentos
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
3.2 COMPOSTAGEM.....	19
3.2.1 Fatores que influenciam a compostagem.....	21
3.3 USO DE COMPOSTO COMO SUBSTRATO.....	24
3.3.1 Substratos para a cultura de Alface .....	25
3.4 TESTE DE GERMINAÇÃO EM COMPOSTOS ORGÂNICOS .....	27
3.5 PRODUÇÃO DE MUDAS COM COMPOSTOS ORGÂNICOS .....	30
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO .....	34
4.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE).....	38
4.1.2 Análise de macronutrientes.....	39
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE FITOTOXICIDADE NO COMPOSTO ...	40
4.3 USO DO COMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS .....	44
4.4 TESTE DE ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DO TORRÃO .....	47
4.5 PARÂMETROS FITOMÉTRICOS .....	48
4.5.1 Massa fresca e massa seca .....	49
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	49
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS COMPOSTOS .....	51
5.2 IDENTIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE FITOTOXICIDADE NO COMPOSTO ...	54
5.3 EFICIÊNCIA DO USO DO COMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	56
5.3.1 Parte aérea.....	59
5.3.2 Raízes .....	61
5.3.3 Diâmetro médio do coleto da muda.....	62
5.3.4 Teste da estabilidade e resistência do torrão .....	64
5.3.5 Contagem do número de folhas .....	65
5.3.6 Massa fresca e massa seca .....	66
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>
<b>APÊNDICE A – PH E CE NAS REPETIÇÕES</b> .....	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B – ANÁLISE DE MACRONUTRIENTES NAS REPETIÇÕES</b> .....	<b>81</b>
<b>APÊNDICE C – TESTE DE FITOTOXICIDADE NAS REPETIÇÕES</b> .....	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Temas e abordagens ambientais vêm tomando espaço nas esferas nacionais e internacionais. Dentre estas abordagens, a preocupação com os resíduos sólidos ganham destaque. No decorrer dos anos a geração de resíduos teve um aumento significativo e sua composição passou por diferentes modificações os quais são observados tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento.

A redução na geração de resíduos sólidos vem sendo praticada por entidades privadas e públicas, mostrando a preocupação e responsabilidade dos agentes envolvidos (produtores, consumidores e administradores públicos). Esta minimização ocorre mediante as diferentes técnicas de tratamento e disposição final que podem ser empregados aos resíduos sólidos, tais quais: Aterros Sanitários; Compostagem; Reciclagem; Incineração, Usinas de Recuperação de Energia (MANSOR *et al.*, 2010).

A compostagem, por exemplo, é uma das alternativas de baixo custo e grande eficiência tanto economicamente quanto ambientalmente. Os resíduos a serem submetidos a este processo podem ser de origem vegetal e/ou animal. Segundo Sartori *et al.* (2016), o resultado final dessa técnica é um produto estável, rico em húmus e em nutrientes minerais, ou seja, um adubo (fertilizante) orgânico que melhora as características do solo e das plantas.

Assim sendo, além de proporcionar uma forma de tratamento para os resíduos sólidos orgânicos, é fundamental que sejam atribuídos usos para o produto final oriundo da compostagem, para que estes também não se tornem um problema ambiental. A utilização como fertilizantes orgânicos ou como substratos para produção de mudas, são alternativas sustentáveis obtidas por meio da reciclagem de resíduos orgânicos. A grande vantagem dessa utilização é em suprir a carência de nutrientes e principalmente contribuir para o acréscimo de matéria orgânica no solo, tornando-o mais rico, proporcionando assim, um bom desenvolvimento das plantas e maior resistência a pragas e doenças.

Desta forma, o principal fator motivador desse trabalho foi identificar a eficiência do substrato oriundo da compostagem para produção de mudas de Alface (*Lactuca sativa*) Crespa pelos métodos de fitotoxicidade e da produção em bandejas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a eficiência da produção de mudas de Alface (*Lactuca sativa*) Crespa utilizando substrato produzido por meio de compostagem de resíduos sólidos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as características químicas do composto
- Identificar a presença de fitotoxicidade no composto
- Avaliar a eficiência do uso do composto na produção de mudas, comparando o desempenho por meio de parâmetros fitométricos.
- Identificar em qual condição de revolvimento e cobertura se produz um substrato com melhor desempenho para produção de mudas.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Mediante a preocupação com o aumento da geração de resíduos sólidos, surge a necessidade de um novo posicionamento dos níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada para com a problemática. O manejo adequado desses resíduos vem sendo proposto por meio da responsabilidade compartilhada dos geradores juntamente com um conjunto de instrumentos e métodos (MMA, 2015).

Os resíduos sólidos segundo a NBR 10004 são:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.01).

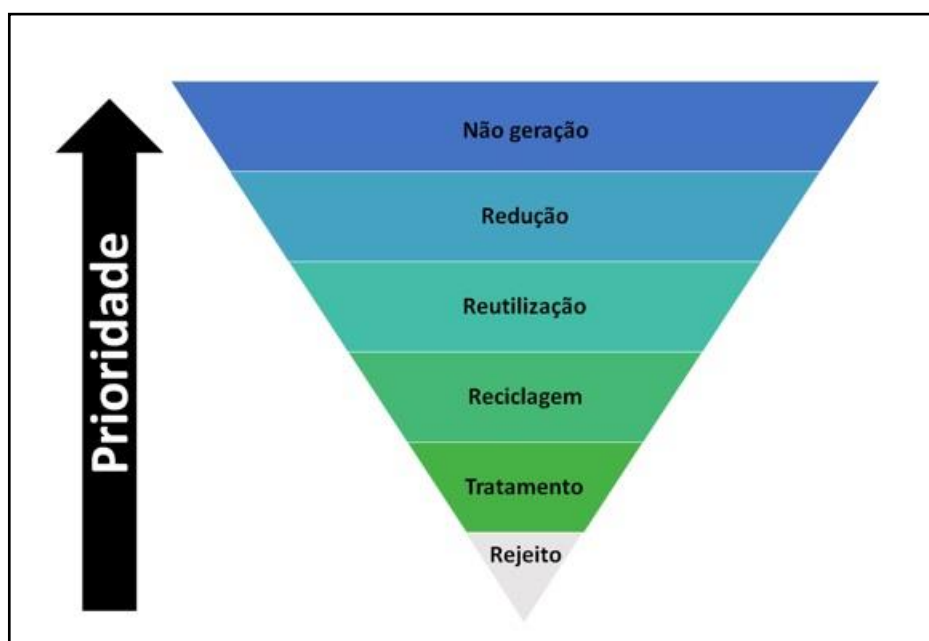
De frente ao crescimento populacional que se apresenta de uma forma desordenada e com alterações nos hábitos alimentares da sociedade, este vem influenciando de forma significativa na quantidade de geração de resíduos sólidos e na composição dos mesmos. Por este motivo, a sociedade enfrenta dificuldades em gerenciar seus resíduos com obstáculos tanto no manejo quanto na destinação final ambientalmente correta (STEPANSKY, 2011; ANDREOLI *et al.*, 2014).

Todavia, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305/10 permitiu um grande avanço no que diz respeito à solução de problemas ambientais, sociais e econômicos consequentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, uma vez que esta estabelece a prevenção e a redução na geração de resíduos. A formulação de novos hábitos, o incentivo ao aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos e a destinação adequada dos rejeitos, são meios a serem usados como recursos para o alcance desse objetivo (MMA, 2015).

O artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que a classificação dos resíduos sólidos é capaz de ser realizada de acordo com a sua origem e sua periculosidade (BRASIL, 2010):

- Quanto sua Origem: resíduos domiciliares; resíduos de limpeza urbana; resíduos sólidos urbanos; resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos da construção civil; resíduos agrossilvopastoris; resíduos de serviços de transportes e resíduos de mineração.
- Quanto sua Periculosidade: Resíduos classe I - Resíduos perigosos; Resíduos classe II - Resíduos não perigosos, sendo ainda subdivididos em resíduos classe II A (não inertes) e resíduos classe II B (inertes).

Ainda, segundo o Art. 9º da Lei 12.305/10, a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos devem obedecer a uma ordem de prioridades, como mostra a Figura 1 (BRASIL, 2010):



**Figura 1 - Prioridade da gestão de resíduos.**  
Fonte: FIESP, 2011.

A geração dos resíduos orgânicos, por exemplo, representa cerca de 51,4% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, desta forma, inúmeras tecnologias podem ser empregadas a fim de minimizar e/ou tratar essa geração. Esses resíduos possuem diferentes origens: doméstico ou urbano, agrícola ou industrial, de saneamento básico e entre outros. Somente os resíduos provenientes de atividades agrossilvopastoris e

industriais acarretam em uma geração de 800 milhões de toneladas/ano (MMA, 2012; MMA, 2016).

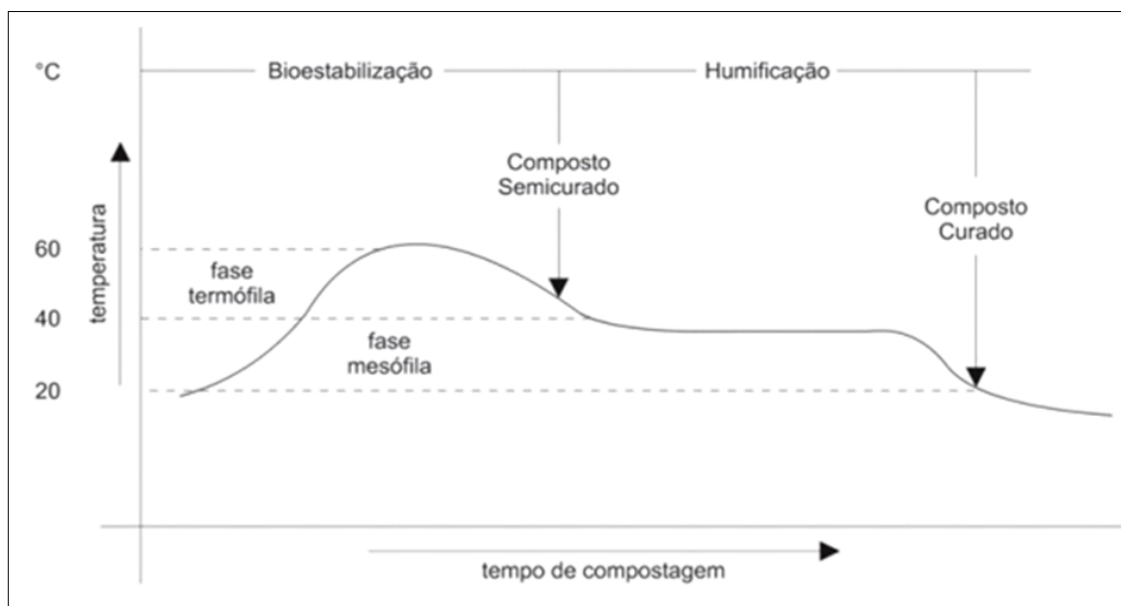
A disposição inadequada dos resíduos orgânicos, assim como qualquer outro resíduo, possui entre os seus riscos: a geração de chorume, a emissão de metano na atmosfera e favorece ainda a proliferação de vetores de doenças. Portanto, é estritamente necessária a adoção de métodos de gestão e tratamento dessa categoria de resíduos, que pode ainda contribuir com a fertilização dos solos devido à matéria orgânica presente, por meio de processos de compostagem (MMA, 2016).

### 3.2 COMPOSTAGEM

Tendo como principal objetivo oferecer uma destinação adequada aos resíduos orgânicos, a compostagem, seja qual for a origem (vegetal ou animal) desses resíduos utilizados, vem sendo uma das alternativas e soluções de baixo custo, grande eficiência e eficácia tanto economicamente quanto ambientalmente (PEIXE; HACK, 2014). Segundo a NBR 13591/96, a compostagem nada mais é que um:

Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (ABNT, 1996 p.02).

A decomposição dos materiais pode ocorrer por processos aeróbios ou anaeróbios. Dessa maneira, esses processos estão diretamente ligados à presença ou não de oxigênio e conseqüentemente a faixas de elevação de temperatura. Para que o processo aeróbio aconteça é preciso a presença de oxigênio e dessa forma é caracterizado pela elevação de temperatura. Por outro lado, o processo anaeróbio se dá pela ausência de oxigênio, não havendo elevação sensível de temperatura. As faixas de temperatura são divididas em criófila (processo anaeróbio), mesófila e termófila (processo aeróbio). Como mostra a Figura 2 compostagem deve ocorrer nas faixas mesófila e termófila, pois quanto maior o calor, mais rapidamente se dá a decomposição dos resíduos (KIEHL, 1985).



**Figura 2 - Faixas de temperatura atingidas durante o processo de compostagem**  
**Fonte: Oliveira, Sartori e Garcez, 2008.**

Sendo assim, partindo-se de uma temperatura ambiente, a matéria orgânica atinge a fase mesófila (temperaturas de 20 a 40°C), seguidamente a faixa termófila (temperaturas superiores a 40°C), mantendo-se por um período de tempo e por fim, passa novamente pela fase mesófila, permanecendo por um espaço de tempo mais longo. A faixa termófila, onde ocorrem às altas temperaturas, é essencial e desejável, pois propicia a destruição de sementes de ervas daninhas e de organismos patogênicos que são poucos resistentes a temperaturas em torno de 50 a 60°C (KIEHL, 2010).

Dessa forma, ao atingir a faixa termófila, obtém-se um composto bioestabilizado e ao passar pela segunda vez pela faixa mesófila, o composto estará maturado ou humificado, caracterizando as duas etapas básicas da compostagem. Deste modo, o tempo de humificação do composto gira em torno de 100 a 120 dias (KIEHL, 2010).

De acordo com Kiehl (1985, p.265), o processo de compostagem pode se dar em “silos, células, covas no chão ou em aparelhos digestores com os mais diversos formatos e técnicas de funcionamento”. No entanto, a forma mais comum e econômica de se aplicar o processo é dispondo os resíduos em pilhas em pátios descobertos sobre piso impermeabilizado. Para isso, as pilhas ou leiras devem seguir as dimensões de 2,5 a 3,5 metros de largura e 1,5 a 1,8 metros de altura. Relacionado a

isto, Pereira Neto (2011) recomenda para as leiras uma largura de 1,5 a 3,5 metros e altura de 1,6 metros.

Segundo Kiehl (1985) e Pereira Neto (2011), as leiras devem ser dispostas paralelamente no pátio e espaçadas de forma a permitir o seu revolvimento com maior facilidade. O revolvimento pode suceder de forma manual, mecanicamente ou por insuflação de ar, dependendo do dimensionamento.

Após o término de todas as etapas do processo de compostagem, se obtém como produto final um material estável, rico em húmus e em nutrientes minerais, ou seja, um adubo (fertilizante) orgânico que melhora as características do solo e das plantas sem danificar e causar riscos ao meio ambiente. Uma das vantagens desses fertilizantes de origem orgânica é a forma que o mesmo disponibiliza ao solo os nutrientes, esta ocorre aos poucos conforme a necessidade das plantas, diferente dos adubos sintéticos que possuem nutrientes muito solúveis (SARTORI *et al.*, 2016).

Além dessas, outras vantagens podem ser citadas, tais quais: enriquecimento dos solos pobres melhorando suas características como a manutenção da temperatura, estabilização do pH e até mesmo a estrutura, diminuindo assim, riscos de erosão; melhora a capacidade de absorção dos nutrientes pelas plantas, bem como o desempenho das mesmas; atua como inoculante de macro e microrganismos; aproveitamento agrícola, domiciliar e/ou industrial da matéria orgânica, podendo até gerar lucros (OLIVEIRA, 2009; CUSTÓDIO; MERSONI; SCHNEIDER, 2011; SARTORI *et al.*, 2016).

### 3.2.1 Fatores que influenciam a compostagem

Para avaliar a eficiência, bem como o desempenho do processo de compostagem, alguns parâmetros, além da temperatura já citada, são levados em conta. Por se tratar de um processo biológico, diferentes fatores interferem na qualidade do produto final, ou seja, no composto que será produzido. Assim, os fatores que exercem essa influência são: temperatura, umidade, aeração, granulometria, pH, microrganismos (HERBETS *et al.*, 2005; PEREIRA NETO, 2011) e a relação C/N (MEIRA; CAZZONATTO; SOARES, 2009).

- Temperatura

Para Pereira Neto (2011), a temperatura é considerada uns dos fatores mais determinantes quando se trata da eficiência do processo de compostagem. Este parâmetro atua como forma de resposta das atividades microbianas nas leiras, permitindo identificar mudanças que podem vir a ocorrer no processo (HERBETS *et al.*, 2005).

Certos elementos contribuem para o bom desempenho da temperatura, podendo ser citados as características da matéria-prima (materiais ricos em proteínas, moídos, peneirados, homogêneos, baixa relação C/N), forma de operar (tempo de revolvimento, quantidade de material, teor de umidade), geometria da leira e método utilizado (sistema aberto ou fechado) (PEREIRA NETO, 2011; PAIXÃO; SILVA; TEIXEIRA, 2012). Para diversos autores, como Kiehl (1985), Pereira Neto (2011) e Paixão, Silva e Teixeira (2012), a temperatura ideal corresponde a 60°C.

- Umidade

Com relação à umidade, para Oliveira, Lima e Cajazeira (2004, p.13), a mesma deve estar “entre os limites de 30% e 70% de umidade, pois valores menores que 30% impedem a fermentação e maiores que 70% expulsam o ar do ambiente”. Com isso, a umidade ideal está entre os intervalos de 50% a 65%, dependendo da granulometria do material, tendo em vista que o mesmo quando esmagado não poderá escorrer água (KIEHL, 1985; PAIXÃO; SILVA; TEIXEIRA, 2012).

- Aeração

A aeração por sua vez, tem como objetivos suprir a necessidade de oxigênio para a atividade microbiológica e ainda controlar a temperatura. Além disso, permite que o processo ocorra mais rapidamente, sem produção de mau cheiro e sem proliferação de moscas. O momento mais adequado a se realizar o revolvimento das leiras é decidido em função da temperatura (evitar acima de 70°C), umidade (acima de 55 ou 60%), presença de moscas e mau odor ou ainda de acordo com intervalo em dias pré-estabelecido, adotado geralmente pelas usinas, sendo o mais usual duas vezes por semana (KIEHL, 1985; PEREIRA NETO, 2011).

- Granulometria

A granulometria das partículas tem total influência no período de compostagem, e por esse motivo, muitas vezes é necessário realizar algumas correções no tamanho das partículas que constitui a massa das leiras, pois quanto mais fracionada e moída essas partículas estiverem, mais rápido ocorrerá a decomposição. Além da influência no tempo de degradação, a granulometria atua na melhoria da porosidade e na capacidade de aeração, interfere na menor compactação e em uma maior homogeneização da massa de compostagem (HOLANDA, 2013).

- pH

No processo inicial de compostagem, as faixas de pH são baixas, variando entre 5 a 6, ou seja, um pH com caráter ácido, demonstrando que o composto não está maturado. Sendo que, em consequência da evolução do processo, esses valores se tornam mais neutros e básicos, chegando a valores entre 7 e 8, considerados um ótimo intervalo para a grande maioria dos microrganismos, pois são onde melhor se adaptam (PAIXÃO; SILVA; TEIXEIRA; 2012; HOLANDA, 2013).

- Microrganismos

Os microrganismos no processo de compostagem são diretamente influenciados por todos os fatores já citados, bem como a concentração de nutrientes. Desta maneira, quanto mais variado for a composição da matéria-prima (resíduos orgânicos), mais variado será a quantidade de microrganismos decompositores existentes nesse processo, pois terá uma grande diversificação de nutrientes (HOLANDA, 2013).

Deste modo, no primeiro momento da decomposição da matéria orgânica, há atuação das bactérias e fungos mesófilos (produzem o ácido), na sequência onde predomina a fase termófila atuam bactérias e fungos termotolerantes. Assim, na fase final do processo, quando a temperatura está mais baixa, são normalmente encontrados nematóides, formigas, vermes, protozoários e os mais variados insetos (KIEHL, 1985).

- Relação C/N

Os principais nutrientes utilizados pelos microrganismos são o carbono e o nitrogênio, sendo o carbono fonte de energia para as atividades vitais e o nitrogênio fonte para a reprodução celular (ALMEIDA; GARBELINI; PINHEIRO, 2013). Kiehl (1985) determina que as relações entre 26 e 35/1 são as mais recomendadas. Contudo, Pereira Neto (2011) estabelece os valores entre 30 e 40/1 para uma boa eficiência no processo de compostagem.

Dessa maneira, é importante estabelecer uma relação C/N balanceada. O excesso de carbono contempla uma relação C/N alta e contribui para a redução da temperatura e o aumento do tempo de compostagem. Já uma relação C/N baixa, conduz a volatilização do nitrogênio sob forma de amônia, principalmente a altos valores de pH e temperatura (KIEHL, 1985; HEBERTS *et al.*, 2005). Assim, são consideradas fontes de carbono os resíduos palhosos (vegetais secos) e fontes de nitrogênio os legumes frescos e resíduos fecais (PEREIRA NETO, 2011).

### 3.3 USO DE COMPOSTO COMO SUBSTRATO

Cada vez mais se procura por materiais com características capazes de suprir as necessidades das plantas. Os compostos orgânicos se destacam por serem ótimos substratos, principalmente os oriundos do processo de compostagem, que por sua vez apresentam uma estrutura fofa, cheiro agradável, pH próximo de 7, livre de agentes patogênicos e de sementes de ervas daninhas, podendo ser armazenado por longo tempo (LEAL, 2006; ROYO, 2010).

Assim, os substratos são produtos utilizados como meio de crescimento de plantas, onde as mesmas fixam suas raízes para suprir suas necessidades de ar, água e nutrientes (COELHO, 2007; BRITO; MOURAO, 2015).

Para cada espécie e recipiente usado é necessário encontrar o substrato ideal para garantir a qualidade e desenvolvimento das plantas. Assim, é muito importante verificar se o substrato proporciona a formação de plantas de qualidade para transplantação possuindo fertilidade física e química para o crescimento das



mesmas. Na maioria das vezes os substratos são combinações de componentes, com o objetivo de alcançar as propriedades químicas e físicas adequadas às necessidades específicas de cada cultura (BRITO; MOURAO, 2015).

### 3.3.1 Substratos para a cultura de Alface

Segundo Santos *et al.* (2015) as hortaliças além de trazerem benefícios à saúde são produzidas e cultivadas (centenas de espécies diferentes) em diversas regiões do Brasil, proporcionando um giro financeiro na economia. Dentre as hortaliças folhosas mais consumidas e produzidas no país como a alface, rúcula, almeirão, agrião, couve de folha e repolho, a preferida pelos brasileiros é a alface.

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae, é uma cultura de hortaliças que pode ser obtida em todas as épocas do ano. É originária de clima temperado e praticamente todas as cultivares desenvolvem-se bem em climas amenos, sendo que em temperaturas elevadas aceleram o ciclo cultural (HENZ; SUINAGA, 2009). As alfases recebem o nome conforme os tipos morfológicos principais (cabeça e folhas) e sua coloração, desta maneira, são divididos em cinco grupos (crespa, lisa, americana, romana, mimosa) e dois subgrupos (verde e roxa) (SANTOS, 2010).

Para bom desenvolvimento e crescimento vegetal, os mesmos devem absorver água, nutrientes e energia, tendo em vista que essa necessidade nutricional está ligada a dois processos: formação de órgãos vegetativos e formação de órgãos reprodutivos. A matéria orgânica é uma importante fonte de nutrientes para a planta, e esta necessita dos macros e micronutrientes. Os macronutrientes são absorvidos em maiores quantidades e são exemplos o oxigênio, hidrogênio, carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (KIEHL, 1985; GUEDES, 2011).

Por outro lado, micronutrientes são exigidos pelas plantas em pequenas quantidades, passando a ser tóxico se encontrado em elevadas concentrações, são conhecidos como micronutrientes o ferro, cobre, manganês, zinco, boro, molibdênio e cloro. Dessa forma, o carbono, oxigênio e hidrogênio são obtidos na água e no ar, e todos os outros nutrientes podem ser encontrados na matéria orgânica, que por sua vez, estão disponíveis em compostos orgânicos (KIEHL, 1985).

A relação C/N é outra característica de fundamental importância de compostos orgânicos, uma vez que representa a rapidez com que este será estabilizado ou atingirá mineralização no solo. A relação C/N inicial deve compreender o intervalo de 25:1 e 35:1, pois os microrganismos realizam a decomposição da matéria orgânica numa relação de 30:1. O composto humificado, já no seu estágio final, deve apresentar uma relação de aproximadamente 10:1, devido às perdas de carbono como gás carbônico (MATOS, 2015).

Segundo Biggs (1980) os elementos principais para as plantas de modo geral, são o nitrogênio, fósforo e potássio. Fertilizantes constituídos por nitrogênio são de extrema importância para culturas hortícolas folhosas, alavancando o seu desenvolvimento vegetativo. Os efeitos desses compostos são equilibrados pelos adubos potássicos, colaborando inclusive para tornar as plantas mais fortes, mais tolerantes ao frio e resistente às enfermidades.

O fósforo por sua vez, influencia no bom crescimento das raízes, por esse motivo, a deficiência do mesmo causa um ruim desenvolvimento principalmente na formação da cabeça da alface e na coloração verde opaca evidenciada nas folhas (BIGGS, 1980; FERREIRA; CASTELLANE; CRUZ, 1993).

Os compostos orgânicos estabilizados apresentam uma faixa de pH de 6,0 a 8,0 (MATOS, 2015). Para as espécies de alface, a faixa de pH do solo ou do composto é reduzida para 6,5 e 7,5 e estas ainda demandam grande quantidade de água no seu período de crescimento e solos relativamente ricos em nutrientes (BIGGS, 1980).

Com relação à temperatura ideal de crescimento, as alfaces desenvolvem-se melhor numa faixa entre 12 e 22°C, tolerando até 7°C no frio, sendo que acima de 25°C suas folhas ficam mais grossas e menores, contudo, acabam por florescer com maior facilidade (MAKISHIMA, 1993).

A alface é uma cultura que se classifica como levemente sensível, principalmente em relação a compostos tóxicos e a condutividade elétrica. Segundo Andriolo (1996, *apud* CARON *et al.*, 2004) a tolerância a salinidade é dependente das espécies, mas que o intervalo aceitável é de 1 a 2,5 mS.cm<sup>-1</sup> para a condutividade elétrica. Por outro lado, o valor limite segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999) deve permanecer em torno de 1,3 dS.m<sup>-1</sup>, podendo ter seu desenvolvimento prejudicado em condições de CE mais elevada.

### 3.4 TESTE DE GERMINAÇÃO EM COMPOSTOS ORGÂNICOS

Um requisito importante para que os tratamentos de resíduos orgânicos sejam usados como fertilizantes é o seu alto grau de maturidade. Este resulta em compostos de qualidade tanto como condicionadores de solo como fornecedores de nutrientes (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). Existem alguns indicadores como pH, condutividade elétrica, temperatura, relação C/N e entre outros, conseguem apontar se o composto está maturado ou não. No entanto, um indicativo que vem sendo usado para esta avaliação é a fitotoxicidade (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008; SILVA; BOAS; SILVA, 2009; BELO, 2011).

Compostos que se apresentam imaturos podem conter certas substâncias como metano, amônia e ácido acético que acabam afetando o metabolismo e crescimento das plantas. Contudo, mesmo o composto estando maduro, pode conter substâncias que prejudicam o desenvolvimento das plantas (metais pesados, sais, outros tóxicos) (TRAUTMANN; KRASNY, 1997).

Segundo Oleszczuk e Hollert (2011) a fitotoxicidade avaliada em um composto não depende apenas da eficiência apresentada no seu processo de tratamento de resíduos orgânicos, mas também está diretamente relacionada com a matéria-prima processada, as plantas que serão utilizadas em análise e as propriedades do solo. Assim, entre os métodos propostos para avaliação da fitotoxicidade estão os testes de germinação do composto em extrato aquoso seja ele diluído ou não (CASTRO *et al.*, 2013).

A fitotoxicidade indica se o composto que está sendo testado apresenta substâncias tóxicas. No entanto, o teste não consegue determinar quais são os contaminantes específicos que causaram a toxicidade. Para a determinação é necessário o uso de plantas sensíveis, de rápido crescimento e rentáveis, como por exemplo, o agrião de jardim (*Lepidium sativum L.*) e a alface (*Lactuca sativa L.*), que como forma de resposta, mudam o seu padrão de desenvolvimento (TRAUTMANN; KRASNY, 1997; OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Segundo Tiquia *et al.* (1996, *apud* BELO, 2011, p.14) “as vantagens destes testes resultam de se tratar de métodos simples, rápidos, fiáveis e reprodutíveis para avaliar os efeitos causados pelas substâncias tóxicas presentes em vários compostos”. No entanto, devido a certo grau de incerteza, estes testes têm sido

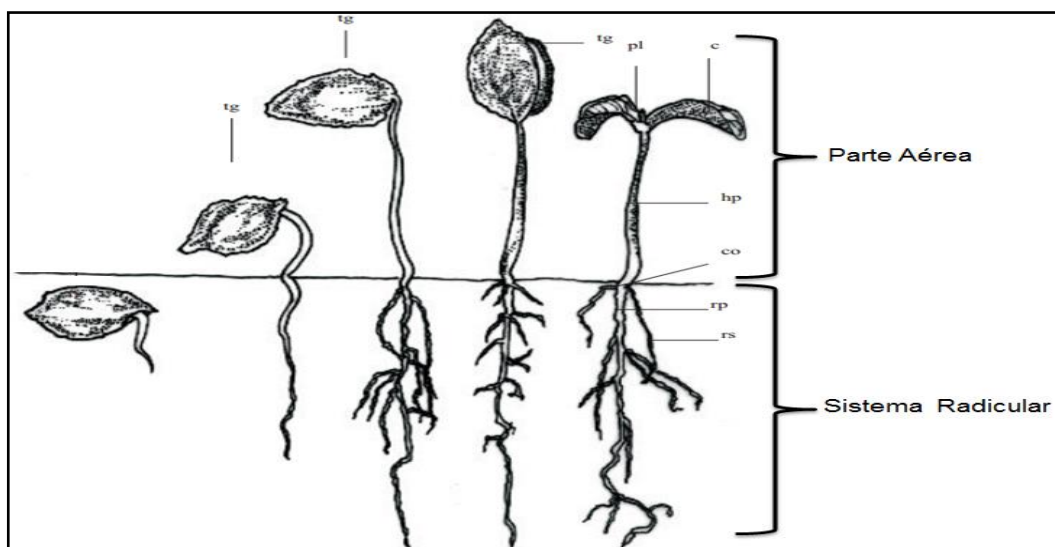
usados de modo integrado para detecção de toxicidade, geralmente em simultâneo com outros parâmetros químicos.

Assim, avaliar a fitotoxicidade de um composto é importante, uma vez que com os resultados obtidos nas análises é possível determinar se o material a ser usado como fertilizante irá inibir a germinação de sementes, o crescimento das raízes ou o desenvolvimento das plantas (TRAUTMANN; KRASNY, 1997).

Contudo, ao analisar a fitotoxicidade é preciso saber alguns aspectos referentes à semente da planta que será utilizada. A germinação de uma semente nada mais é que a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião onde na sequência ocorre o rompimento do tegumento pela radícula. Para isso, os testes devem ser realizados em laboratórios, onde as condições externas são controladas, permitindo assim, uma germinação mais rápida e regular, para que posteriormente os resultados sejam analisados e comparados (IPEF, 1998; BRASIL, 2009).

Os resultados são obtidos em porcentagem de sementes germinadas e correspondem ao número de sementes que produziram plântulas, ou seja, o número de sementes no qual o embrião vegetal se desenvolveu. As plântulas podem ser classificadas como normais (íntacta, pequenos defeitos e infecção secundária) e anormais (danificadas, deterioradas, deformadas) (BRASIL, 2009).

Segundo Brasil (2009) para que uma plântula continue germinando até que se torne uma planta jovem, a mesma deverá apresentar algumas estruturas que são essenciais, tais como o sistema radicular (raiz primária em alguns casos raiz secundária) e parte aérea (tegumento, plúmula, cotilédone, hipocótilo, colo, gemas terminais), como demonstrada na Figura 3 com uma semente de Janaguba (*Himatanthus drasticus*).



**Figura 3 - Germinação de uma semente de Janaguba. Tegumento (tg); Plúmula (pl); Cotilédones (c); Hipocótilo (hp); Colo (co); Raiz primária (rp); Raiz secundária (rs).  
Fonte: Adaptado Amaro *et al.*, 2006.**

Para o teste de germinação é preciso obter um extrato líquido, sendo este o sobrenadante de uma determinada quantidade de composto e água destilada. As sementes ficam nesse meio, sobre ou entre um material específico para cada espécie de semente utilizada. Esses materiais são chamados de substratos que podem ser de papel (mata-borrão, o papel toalha e o de filtro), areia e até mesmo água (IPEF, 1998; BRASIL, 2009; BELO, 2011).

Assim, as sementes devem ser armazenadas, em germinadores, por um período de tempo que varia de 24 h a 72 h, com uma intensidade de luz que varia de espécie para espécie, pois algumas germinam na ausência de luz e outras precisam de longo ou curto fotoperíodo diário. O teste sempre é replicado e contém um branco, que funciona como controle (IPEF, 1998; BRASIL, 2009; BELO, 2011).

Outro parâmetro que deve ser observado nos testes de germinação é a umidade dos tratamentos durante o armazenamento nos germinadores utilizados. Um exemplo de germinador é a B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), que possui um fotoperíodo no qual a luminosidade é controlada, bem como a temperatura, porém não há dispositivos que controlam o teor de água (COIMBRA *et al.*, 2007).

Segundo Coimbra *et al.* (2007, p. 93) mesmo havendo os difusores de ar interno que buscam diminuir essas variações, essas ocorrências “provocam discrepâncias nos resultados das repetições de testes de germinação” obtendo resultados, muitas vezes, adulterados.

Todavia, com o término do tempo, o sistema radicular é medido e assim o valor da porcentagem de germinação é calculado através do Índice de Germinação (IG) onde, este por sua vez, é calculado utilizando uma equação. Esta equação é expressa por vários autores em diferentes fórmulas, contudo no final o valor obtido do IG é calculado sempre do mesmo modo, sabendo que valores superiores a 80% indicam que o composto analisado não é fitotóxico e já se apresenta maturado (BELO, 2011).

Porém, em muitos casos as sementes podem ser duras, dormentes, mortas, vazias, sem embrião ou até mesmo sementes danificadas por insetos, ou seja, são sementes que não germinam. Essas sementes muitas vezes recebem as condições ideais para germinação, mas não conseguem originar uma plântula completa para dar continuidade ao crescimento da planta (BRASIL, 2009).

Segundo Dias (2005) o fenômeno de dormência é muito comum, inclusive em sementes de algumas espécies de hortaliças. As sementes dormentes, embora estejam vivas e em condições favoráveis, não germinam por sofrerem alguma restrição interna, e só virá a ocorrer após a sua superação.

Os métodos de superação dessa dormência dependem da categoria em que ela está enquadrada. Como por exemplo, quando ocorre à dormência tegumentar ou exógena na qual a semente é dormente pelo fato dos tecidos que a cercam criarem uma barreira na qual não pode ser superada. Assim, para essa categoria é utilizado métodos como escarificação ácida, imersão em água ou escarificação mecânica (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

### 3.5 PRODUÇÃO DE MUDAS COM COMPOSTOS ORGÂNICOS

Na agricultura brasileira o cultivo de hortaliças representa uma parcela expressiva, apresentando importância para o sistema de produção. A formação de mudas é uma etapa do processo produtivo essencial para o êxito da exploração desses alimentos, uma vez que depende do desempenho da planta (nutrição e tempo de produção) (SOUSA; LÉDO; SILVA, 1997; BEZERRA, 2003). Com isso, ao se determinar a qualidade das mudas já prontas para o plantio, os parâmetros utilizados

segundo Gomes *et al.*, (2002) baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos.

Ao utilizar mudas de alta qualidade, o que é um fator importante para o desenvolvimento da cultura, o cultivo de hortaliças se torna mais competitivo, aumentando assim a produtividade e diminuindo os riscos de produção. A alta qualidade além de proporcionar melhoria na agricultura de modo geral, acaba também propiciando uma redução do impacto ambiental sobre o solo. As hortaliças apresentam um elevado valor nutritivo, principalmente pelo fato de possuírem um conteúdo de sais minerais e um alto teor de vitamina, o que favorece seu consumo diário (MAKISHIMA, 1993; FONSÊCA, 2001; CENTRO DE INTELIGÊNCIA ORGÂNICOS, 2015;).

Tendo em vista que a utilização de um substrato adequado garante essa alta qualidade das mudas. Observa-se que a fertilidade bem como a produtividade de um substrato está relacionada com a simplicidade em que as plântulas conseguem explorá-lo em seu desenvolvimento (BRITO; RODRIGUES; MACHADO, 2002; BRIME *et al.*, 2002; LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007).

Além de proporcionar nutrientes para as plantas, os substratos também oferecem sustentação, oxigênio e água para mesma. Alguns possuem pouca capacidade de retenção de água o que exige uma irrigação com mais frequência, é o caso dos substratos de areia e casca de arroz, por exemplo. Já outros, como os compostos orgânicos, fibra de coco (entre outros) a capacidade de reter água é maior (BRITO; RODRIGUES; MACHADO, 2002; BRIME *et al.*, 2002; LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007).

Segundo Sousa, Lédo e Silva (1997), que descrevem no circular técnico da Embrapa, as principais características desejáveis que um substrato deve apresentar é baixo custo, ter boa aeração e drenagem, possuir uma baixa densidade, ser neutro, não conter contaminantes, ter capacidade de troca de cátions, uniformidade, disponibilidade e ser leve. No entanto, é quase impossível encontrar todas essas características em um único substrato, por esse motivo que o ideal é misturar vários matérias para conseguir chegar mais o próximo possível das propriedades desejáveis.

Para Moura (2012), a utilização de substratos alternativos, oriundos de resíduos resultantes das atividades agropecuárias e agroindustriais, traz vantagens em níveis econômicos, por meio da redução de custos com transporte de material; sociais, uma vez que contribui para geração de emprego além de ser uma fonte

alternativa de renda para os agricultores, e obviamente vantagens ambientais, já que transforma resíduos em compostos orgânicos, diminuindo os impactos ambientais por seu acúmulo. Vale ainda ressaltar que um bom substrato para a produção de mudas não deve conter solo, por consequência da presença de fitopatógenos e sementes de plantas daninhas, além de dificultar a retirada da muda com torrão (FILGUEIRA, 2013).

Além da utilização de substratos de boa qualidade, deve levar-se em consideração a qualidade das sementes da espécie escolhida. Uma semente de alta qualidade deve apresentar percentual de germinação elevado, resultando em produtos com características exigidas pelo consumidor. Vale ressaltar que as embalagens das sementes devem assegurar a manutenção do baixo teor de umidade (FILGUEIRA, 2013).

A produção de mudas pode se dar de diferentes maneiras: em sementeiras, viveiros, copinhos ou em bandejas e são alternativas para a produção de mudas com tecnologias de cultivo protegido, geralmente em estufas, diferentemente das sementeiras feitas diretamente no local definitivo. O cultivo protegido apresenta melhores condições referentes aos aspectos fitossanitários e ainda propicia uma maior facilidade no seu manejo (irrigação, adubação, desbaste) bem como maior relação referente a sementes semeadas e mudas geradas. Essas vantagens trazem maior eficiência na produção, a qual contribui para maior número de mudas mais saudáveis. (BEZERRA, 2003).

Os diferentes recipientes que podem ser utilizados (bandejas de plástico, bandejas de isopor, copinhos de papel, tubetes, etc) permitem a otimização do espaço em cultivos protegidos. O tamanho das células dos recipientes, bem como o substrato usado são perspectivas a serem levadas em conta para que se consiga obter uma melhor qualidade da muda, já que esses aspectos interferem tanto na arquitetura da planta, quanto o fornecimento de nutrientes as mesmas (BEZERRA, 2003; FARINACIO *et al.*, 2010).

No entanto, o uso de bandejas de poliestireno expandido (isopor) de 200 células (espaços) tem sido a melhor forma para a produção de mudas, apresentando como vantagens: a facilidade na semeadura e manuseio das mesmas; obtém-se um controle sanitário e nutricional com mais facilidade; reutilização do recipiente por diversas vezes; as raízes ficam mais protegidas; mudas são mais uniformes; e há uma economia tanto em sementes quanto em fertilizantes, substratos e água (SOUSA;



LÉDO; SILVA, 1997; SILVA *et al.*, 2006). Contudo, há certas desvantagens como ao serem retiradas desses recipientes, as mudas podem ser quebradas e esses recipientes ocupam grandes espaços quando não estão sendo usados (SEMENTES CAIÇARA, 2015).

As mudas atingindo um estágio de desenvolvimento onde apresentam de 4 a 6 folhas definitivas e 10 a 15 cm de altura determinam o momento de elas serem transplantadas para o local definitivo. A idade das mudas em dias para o transplante é muito variável e dependente da espécie, mas poderá ocorrer de forma precoce com cerca de 20 dias após a germinação nos recipientes, em casos em que o viveiro atinja temperatura elevada (GOTO; TIVELLI, 1998; FILGUEIRA, 2013).

O espaçamento em que as mudas de alface, por exemplo, devem ser transplantadas é realizado em uma distância de 30 cm x 30 cm, sendo que, isto também varia com o tipo de espécies, como por exemplo, quando a arquitetura da planta é mais fechada a distância fica em 25 cm x 25 cm. Assim, as mudas deverão ser enterradas até a altura em que se apresentavam nos recipientes, mantendo as gemas descobertas, sendo preciso regá-las diariamente, diferente das mudas antes a transplantação, onde a irrigação deverá ocorrer mais vezes ao dia (MAKISHIMA, 1993; GOTO; TIVELLI, 1998; BEZERRA, 2003).

É importante manter o solo úmido, contudo é preciso cuidar para que não ultrapasse a quantidade de água ideal, pois isso pode provocar a lixiviação dos nutrientes e até mesmo a erosão, prejudicando o desenvolvimento das plantas, acelerando a maturação e interferindo assim na qualidade do produto (MAKISHIMA, 1993).

Segundo Biggs (1980) é importante regar pela manhã ou à tarde antes de anoitecer para que as folhas já estejam secas a noite, uma vez que as alfaces que permanecem molhadas durante o período noturno estão mais sujeitas a doenças e pragas.

Como o plantio da alface pode ocorrer durante todo o ano (escolhendo o cultivar adequado) a sua colheita para consumo deverá acontecer quando as folhas atingirem o maior desenvolvimento, ou seja, quando a fase vegetativa do seu ciclo se encerra, isso ocorrendo entre 40 e 60 dias depois da sementeira. Se o transplante ocorrer para campo aberto, a colheita normalmente ocorre de 4 a 5 semanas depois desse transplante. No entanto, esse período pode ser reduzido em até 1 semana, caso o ambiente seja protegido (MAKISHIMA, 1993; GOTO; TIVELLI, 1998).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO

Os compostos testados como substratos no estudo foram doados após serem produzidos por um processo de compostagem no período de 17/10/2015 a 23/01/2016 na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Câmpus Cascavel. Os resíduos sólidos tratados por meio desse processo foram os seguintes:

- Tripa celulósica

Para a fabricação de salsicha é utilizado um involucro celulósico, também conhecido como tripa celulósica. Ela é utilizada para dar o formato à salsicha durante o processo de cozimento. Após o resfriamento da salsicha, essa tripa é retirada e torna-se um resíduo na agroindústria.

- Lodo de flotor

Durante o processo de abate das aves é feita a lavagem e retirada do sangue e gordura das carcaças. Essa água utilizada é encaminhada para o sistema de tratamento, onde são utilizados flotores para fazer a separação do resíduo sólido da água. Esse resíduo sólido gerado nos flotores é também conhecido como lodo de flotor.

- Poda urbana

O resíduo de poda urbana é um material vegetal fresco gerado na cidade para manutenção do paisagismo e para que não tenha interferência na rede elétrica. Ele é composto por grama e por galhos de árvores triturados.

- Resíduo de incubatório

O resíduo de incubatório é composto, basicamente, por ovos não eclodidos, cascas e membranas de ovos, pintinhos deformados ou com má formação e natimortos.

- Ração

O resíduo de ração é composto por grãos que não foram utilizados para alimentação animal, devido às más condições de armazenamento, que causam o apodrecimento dos grãos.

- Resíduo de silo

Quando um silo se esvazia é feita a limpeza de sua base, onde fica o material que não foi utilizado na agroindústria. Esse material é geralmente um pó liberado pelos grãos armazenados.

- Palha de trigo

A palha de trigo é um resíduo gerado no processo de beneficiamento do grão.

- Carvão

O carvão é o resíduo gerado a partir da queima da lenha e cavacos, para a produção de vapor para as caldeiras das agroindústrias.

Foram avaliados seis diferentes tratamentos em forma de leiras, as quais continham os mesmos resíduos e quantidades, como mostra o Quadro 1.

<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	<b>QUANTIDADE POR LEIRA (KG)</b>
Tripa celulósica	76
Lodo de flotador	72
Poda urbana	155
Resíduo de incubatório	60
Ração	25
Resíduo de silo	25
Palha de trigo	47
Carvão	20
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>

**Quadro 1 - Composição dos seis tratamentos testados**

Embora os tratamentos tenham recebido a mesma composição, as leiras montadas para compostagem foram posicionadas em dois diferentes ambientes (com e sem cobertura) e tiveram também diferentes revolvimentos, que podem ser vistos no Quadro 2.

<b>LEIRAS</b>	<b>COBERTURA</b>	<b>REVOLVIMENTO</b>		
		<b>1º Mês</b>	<b>2º Mês</b>	<b>3º Mês</b>
<b>1</b>	Com <sup>1</sup>	2 x por semana	não houve	não houve
<b>2</b>		2 x por semana	1 x por semana	não houve
<b>3</b>		2 x por semana	1 x por semana	1 x por semana
<b>4</b>	Sem	2 x por semana	1 x por semana	não houve
<b>5</b>		2 x por semana	não houve	não houve
<b>6</b>		2 x por semana	1 x por semana	1 x por semana

**Quadro 2 - Quantidade de revolvimento por semana e diferença dos ambientes em que as leiras foram posicionadas.**

<sup>1</sup> Cobertura em barracão aberto com telhado de fibrocimento.

Para que o composto pudesse ser usado como substrato, no dia da coleta, este passou pelo processo de peneiramento numa peneira industrial com malha de 10 mm e em seguida foram coletados em sacos de rafia a quantidade de aproximadamente 5 kg de cada leira, quantidade essa necessária tanto para a

realização das análises laboratoriais quanto para a germinação em bandejas. Os sacos de rafia foram armazenados em um local fechado e coberto.

Na Figura 4 pode-se observar as características visuais dos compostos já peneirados utilizados como substrato em estudo.



Figura 4 - Substratos usados em estudo.

Além dos substratos oriundos da compostagem, também foi utilizado um substrato comercial para efeito de comparação. Este fertilizante é da marca Humusfertil para hortaliça, que possui suas características (disponibilizada pelo fabricante) descritas no Quadro 3.

Produto	Substrato Agrícola
<b>Composição</b>	Casca de Pinus, Vermiculita, Vermicomposto, Areia para substrato.
<b>Condutividade elétrica (CE) dS/m</b>	1,5 ± 0,3
<b>Densidade kg/m<sup>3</sup></b>	480
<b>Potencial Hidrogeniônico (pH)</b>	6 ± 0,5
<b>Umidade máxima % em peso/peso</b>	60
<b>Capacidade de retenção de água (CRA) % em peso/peso</b>	60

Quadro 3 - Características do composto comercial.

As análises químicas e o teste de fitotoxicidade dos compostos foram realizadas antes dos mesmos serem sujeitos ao teste de produção de mudas nas bandejas em casa de vegetação.

#### 4.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE)

A metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995) foi utilizada para determinação do pH e CE. Primeiramente, fez-se necessário preparar um extrato aquoso com uma proporção de 1:10, ou seja, em um béquer foram pesados 20 g da amostra, para 180 mL de água destilada, sendo este realizado em triplicata. Cada amostra foi agitada por 5 minutos no agitador magnético com auxílio de pequenas barras magnéticas. Após os 5 minutos a amostra ficou em repouso por 15 minutos para que na sequência fosse retirado uma quantidade do sobrenadante da mistura para assim, realizar as leituras.

Para as análises do pH foi utilizado o pHmetro de bancada – pH 21 e para a CE o condutímetro digital portátil - Con 500 (Figura 5).

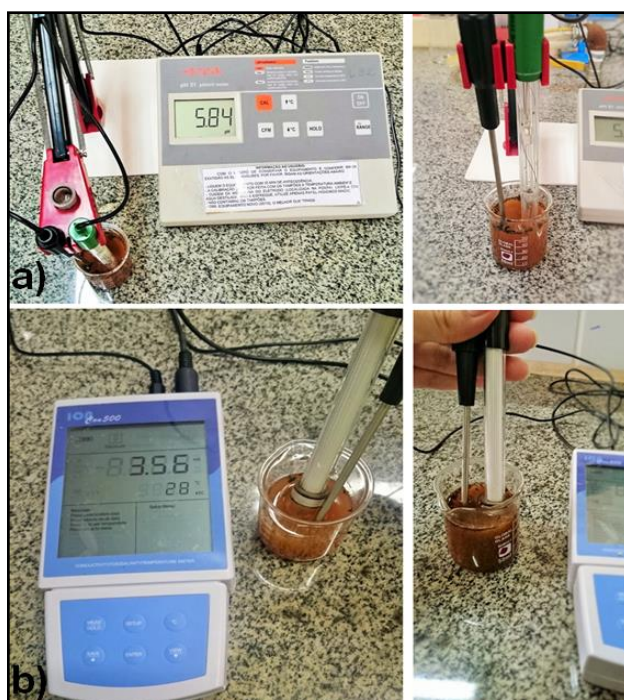


Figura 5 - Análise de pH (a) e análise da CE (b).

#### 4.1.2 Análise de macronutrientes

A análise de macronutrientes compreendeu a determinação de nitrogênio, fósforo, potássio e carbono orgânico nas amostras. Para a determinação do nitrogênio (Nitrogênio Total Kjeldahl – NTK) seguiu-se a metodologia proposta por Malavolta; Vitti e Oliveira (1997). Primeiramente, as amostras foram secas em estufa a 50 °C e trituradas e em seguida colocou-se aproximadamente 0,2 g de cada amostra em tubos de ensaio juntamente com 3 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e 0,7 g de mistura digestora. Este procedimento compõe-se de 3 etapas: digestão, destilação e titulação.

Na etapa de digestão os tubos foram aquecidos a 350 °C em um bloco digestor da marca Brastec. Na destilação, utilizando-se um destilador de nitrogênio da marca Tecnal, adicionou-se em cada tubo 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH 10 mols L<sup>-1</sup>); o material resultante da destilação foi recolhido em ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). Por fim, titulou-se as amostras com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>), com o auxílio de um titulador da marca Jencons. O teor de NTK é obtido através da Equação 01.

$$NTK(\%) = ((V_{tit} - V_{bra}) * Fc * 700 * 1 / P) / 10.000 \quad (01)$$

Em que:

$V_{tit}$  = Volume titulado para a amostra (mL)

$V_{bra}$  = Volume titulado para o branco (mL)

$Fc$  = Fator de correção do ácido

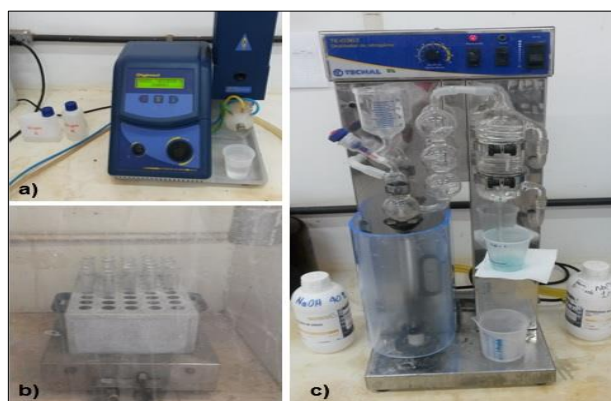
$P$  = peso da amostra (g)

Para a determinação de fósforo e potássio foi necessária a preparação de um extrato por meio da digestão nitro-perclórica do material seco e triturado. Colocou-se em tubos de ensaio aproximadamente 0,2 g de cada amostra e adicionou-se 4 mL de solução nitro-perclórica. Os tubos de ensaio foram levados para o bloco digestor aquecido a 220 °C. Esperou-se as amostras esfriarem e em seguida foi feita a filtragem das mesmas em balão volumétrico de 50 mL, sendo este completado com água destilada. Estando o extrato preparado, a leitura de potássio foi realizada em espectrofotômetro de chama da marca Digimed (SILVA, 1999).

Para a leitura de fósforo foi utilizado espectrofotômetro. Primeiramente foi necessário o estabelecimento da curva padrão e em seguida as leituras em absorbância foram realizadas. Ao final foi obtida uma equação de regressão utilizada para o cálculo de concentração (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A determinação de carbono foi feita utilizando a metodologia proposta por Carmo e Silva (2012), em que as amostras foram previamente secas e trituradas e posteriormente levadas ao forno mufla a 550 °C em cadinhos de porcelana, por um período de duas horas. Após o acondicionamento em dessecador, os cadinhos foram pesados.

Na Figura 6 estão os registros de alguns equipamentos utilizados para a realização das análises de macronutrientes.



**Figura 6 – Espectrofotômetro de chama (a); bloco digestor (b); destilador de nitrogênio (c).**

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE FITOTOXICIDADE NO COMPOSTO

Sementes de alface (*Lactuca sativa*) tipo crespa foram adquiridas para avaliação de desempenho dos substratos, tendo em vista que essa hortaliça foi escolhida por ser uma planta sensível a substâncias tóxicas e de rápido crescimento, sendo assim, utilizada como um organismo teste tanto para monitorar quanto para avaliar diferentes contaminantes ambientais (TRAUTMANN; KRASNY, 1997; DING *et al.*, 2010).



Para o teste de fitotoxicidade foram utilizadas sementes nuas de alface crespa Grand Rapids TBR da marca Isla, comercializadas em supermercados ou casas agropecuárias Figura 7.



Figura 7 - Sementes nuas de alface.

O teste de Índice de Germinação adaptado segundo Zucconi *et al.* (1988, *apud* SILVA; BOAS, 2007) teve como objetivo avaliar a fitotoxicidade dos substratos. Para isto, antes de iniciar o teste, as placas de Petri foram autoclavadas, a fim de se evitar contaminação de microrganismos externos, a 121°C por 15 minutos, com seu fundo já forrado com papel filtro de análise qualitativa e embaladas com papel Kraft. O teste foi realizado em triplicata para cada um dos seis tratamentos, para o substrato comercial e para o controle (branco), obtendo no total 24 placas de Petri de 9 cm de diâmetro.

Primeiramente, foi pesado em uma balança analítica 5 g de cada um dos sete substratos e em seguida, adicionado 50 mL de água destilada aquecida a 60°C. As amostras foram agitadas por 30 minutos no agitador magnético com auxílio de pequenas barras magnéticas.

Após a agitação, as amostras foram filtradas em um enlarmeyer de 50 mL com auxílio de um funil contendo um pedaço de algodão no seu fundo. Essa filtração foi realizada duas vezes, obtendo um extrato mais clarificado. Posterior à filtragem com algodão, o extrato foi filtrado com papel filtro qualitativo com porosidade de 3 micras e 15 cm de diâmetro, da mesma maneira que se seguiu com o algodão, obtendo um extrato parcialmente transparente. Todos os passos são demonstrados na Figura 8 e Figura 9.



**Figura 8 - Amostras (iniciais) sem qualquer filtração (a); amostras após a primeira filtração com algodão (b); amostras após a segunda filtração com algodão (c); filtração com papel filtro (d).**



**Figura 9 - Todos os compostos já com os extratos parcialmente transparentes.**

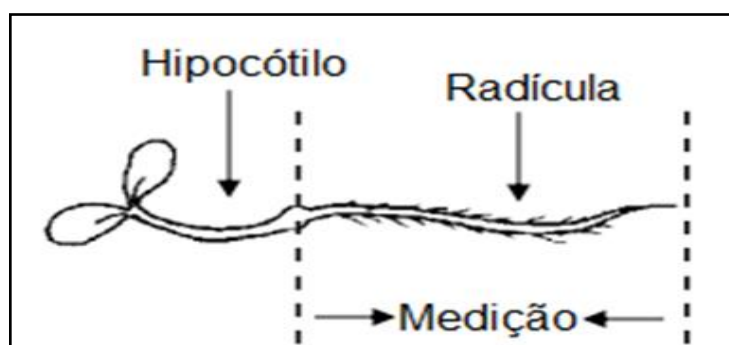
Antes de iniciar a transferência do extrato para as placas de Petri, fez-se necessário a higienização da bancada, sendo esta duas vezes com álcool e uma com água sanitária, para que não ocorresse a contaminação de qualquer tipo de microrganismo. Desta maneira, após a higienização, as placas foram umedecidas com 3 mL do extrato e em seguida com auxílio de uma pinça de laboratório 20 sementes nuas de alface foram inseridas em cada placa (Figura 10) totalizando 480 sementes.



**Figura 10 - Modo em que as sementes foram organizadas dentro das placas de Petri.**

Quando prontas, as placas foram encaminhadas para BOD a 25°C por 72 horas com um fotoperíodo de 12 horas. Sabendo que a umidade nesses três dias não oscilaria significativamente, não houve necessidade de umidificar o extrato evitando dessa maneira a diluição da toxicidade. No final das 72 horas foi realizada a contagem das sementes que germinaram em cada placa e a medição (aleatória) de cinco raízes que germinaram, realizando uma média para cada tratamento.

O comprimento das raízes foi medido utilizando uma régua graduada em centímetros fixada na bancada, sendo que as medidas foram feitas do ponto de transição entre o hipocótilo e a radícula, ou seja, do coleto até a extremidade da raiz (Figura 11).



**Figura 11 - Parte onde foi realizada a medição da radícula da plântula.**

**Fonte: Adaptado Silva e Mattiolo, 2010.**

Desta forma, após os dados levantados, foi realizado o cálculo de índice de germinação conforme a Equação 02:

$$IG = \%G * (Lm/Lc) \quad (02)$$

Em que:

IG = Índice de germinação

%G = Porcentagem de germinação em relação ao controle;

Lm = Longitude média das raízes da amostra (cm) e

Lc = Longitude média das raízes do controle (cm).

Os resultados obtidos foram comparados com a metodologia de Belo (2011), que indica a escala de classificação qualitativa de fitotoxicidade e maturação do substrato.

#### 4.3 USO DO COMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Na etapa de produção de mudas em bandeja em casa de vegetação, foram usadas sementes peletizadas, pelo melhor manuseio que esta oferece, de alface Brida da marca Hortec, encontradas em casas agropecuárias (Figura 12).

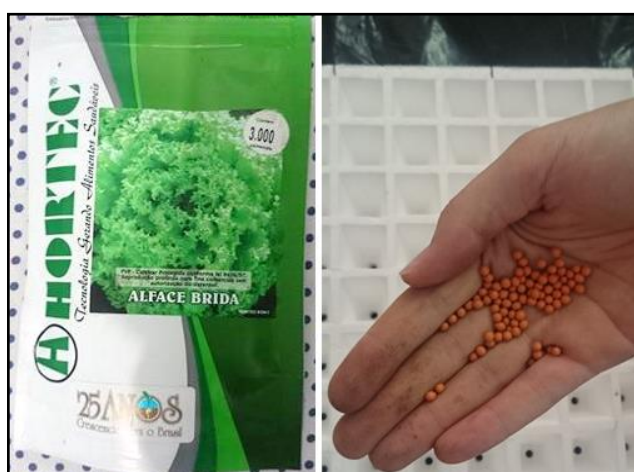
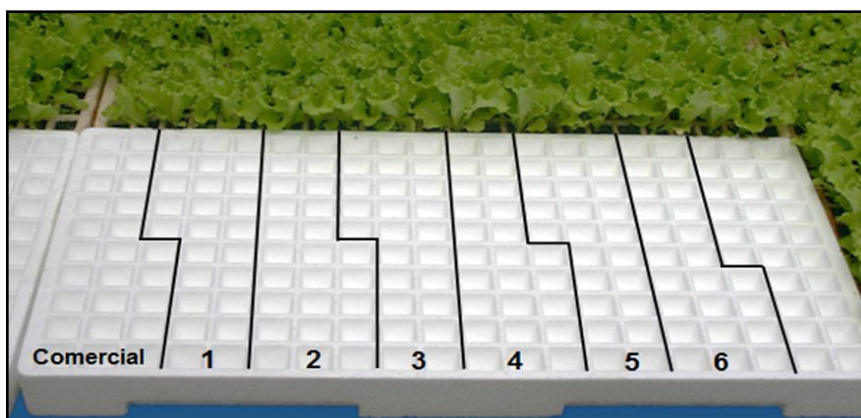


Figura 12 - Sementes peletizadas de alface.

A produção de mudas em bandeja foi adaptado através da metodologia proposta por Menezes Júnior *et al.* (2000). Considerando os seis substratos da

compostagem e o comercial, foi utilizada uma bandeja de poliestireno expandido (isopor) de 200 células, a qual cada célula possui uma altura de 53 mm, largura superior de 2,8 mm e um volume de 16,23 ml, sendo estas apoiadas em uma mesa de estrado de madeira a uma altura de 0,50 m em relação ao solo.

Este procedimento foi realizado em quadruplicata, ou seja, foram utilizadas quatro bandejas, que foram devidamente identificadas e em cada uma delas continha os sete tratamentos, sendo que cada tratamento ocupou 25 células, totalizando 175 células ocupadas em cada bandeja (Figura 13). Logo, com as quatro bandejas totalizaram-se 700 células preenchidas.

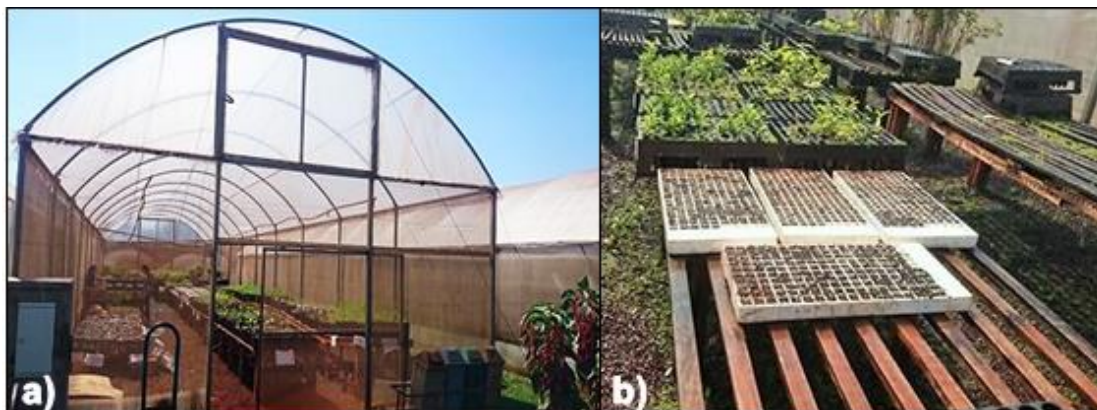


**Figura 13 - Divisão da bandeja para cada substrato, desde o comercial até a sexta leira.**

**Fonte: Adaptado Grupo Isorecort, 2016.**

Desta maneira, os substratos foram peneirados e posteriormente umedecidos a fim de evitar a perda dos mesmos nas fendas das células das bandejas e assim, após esse procedimento, as bandejas foram preenchidas com os substratos (BAILEY; NELSON; FONTENO, 2000). Ao completar totalmente o volume das 175 células até a parte superior, foi adicionada uma semente peletizada de alface em cada célula, sendo plantadas, portanto 700 sementes.

Assim, ao término da adição das sementes, a bandeja foi levantada a uma altura de 10 cm em relação à superfície e solta para que a os tratamentos pudessem se acomodar, e em seguida, adicionado mais uma camada de cada tratamento para completar o volume das células e por fim, todas as bandejas foram regadas e levadas para casa de vegetação em uma estufa com cobertura plástica e cortinas laterais de tela de sombra 50% (Figura 14).



**Figura 14 - Estufa (a) bandejas com os compostos dentro da estufa (b).**

As bandejas foram colocadas na estufa com iluminação ambiente e foram regadas por aspersores automáticos três vezes ao dia (09h00min, 15h00min e 19h00min) por um período de 10 min (Figura 15). O experimento teve duração de 30 dias e todos os dias era realizada a rotação entre as bandejas.



**Figura 15 - Estufas com aspersores automáticos.**

Nesta etapa, as análises realizadas compreenderam a contagem do número de folhas, mediação da parte aérea, da raiz e do diâmetro das mudas, sendo feito também o teste do torrão e a massa seca e fresca tanto da raiz quanto da parte aérea. O Quadro 4 compreende a frequência das análises.

<b>PARÂMETROS</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>
Irrigação	Diária
Rotação das bandejas	Diária
Contagem das folhas	Aos 30 dias
Mediação da parte aérea	Aos 30 dias
Medição da raiz	Aos 30 dias
Medição do Diâmetro	Aos 30 dias
Teste do torrão	Aos 30 dias
Massa seca e massa fresca	Aos 30 dias

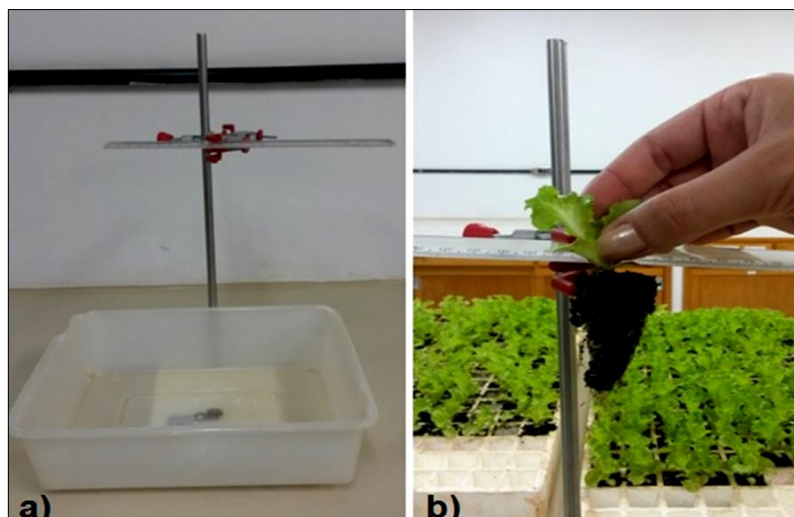
**Quadro 4 - Frequência de análises na etapa de produção de mudas**

#### 4.4 TESTE DE ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DO TORRÃO

Inicialmente, foi necessário regar as bandejas com as mudas para que a retirada das mesmas procedesse de forma mais fácil. Foram retiradas cinco mudas da região central da bandeja de cada tratamento, uma vez que nas extremidades ocorre o chamado efeito bordadura, que eleva a probabilidade de erros. No total, foram analisadas 140 mudas aos 30 dias.

As avaliações de estabilidade e resistência dos torrões basearam-se na metodologia utilizada por Gruszynski (2002). A primeira avaliação (estabilidade) ocorreu no momento de retirada das mudas da bandeja, ou seja, avaliou-se a coesão do torrão na bandeja.

Para o segundo teste (resistência), foram necessárias à utilização de uma bandeja de plástico, uma régua e um suporte universal com garra ajustado a uma altura de 30 cm. Cada muda foi elevada até a altura já ajustada onde o coleto da planta foi posicionado paralelamente a régua – que funciona como um ponto de referência – e ao suporte universal, como mostra a Figura 16.



**Figura 16 - Suporte universal ajustado a uma altura de 30 cm (a); muda de alface paralela a régua e ao suporte universal (b).**

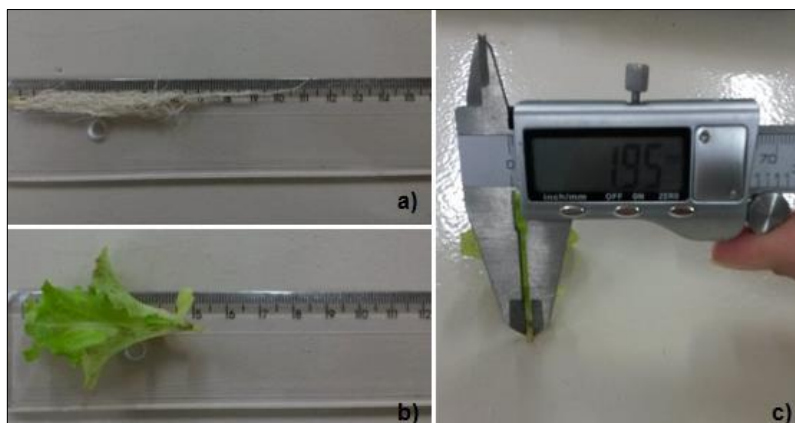
Após ajustada a altura ideal, a muda foi solta, caindo gravitacionalmente até atingir a bandeja de plástico. Desta maneira, a avaliação foi realizada de forma visual, onde o torrão que permaneceu aderido mais que 50% na raiz obteve classificação “ótimo para cultivo”, caso contrário, a muda poderia ser descartada.

#### 4.5 PARÂMETROS FITOMÉTRICOS

Seguindo a metodologia adaptada de Kratz e Wendling (2013), após o teste do torrão, foi realizada a contagem do número de folhas, medição da raiz, da parte aérea, bem como a medição do diâmetro médio do coleto da muda.

Para dar início, as mudas foram bem lavadas com água de torneira para retirada de todo substrato aderido na mesma. Sequencialmente, todas as 140 mudas foram posicionadas sobre papel toalha e com o auxílio de um estilete, a raiz foi separada da parte aérea, sendo este corte feito no coleto (transição entre o caule e a raiz). Com a ajuda de uma régua posicionada na extremidade do balcão e firmada com uma fita adesiva, foram executadas as medições da raiz e parte aérea das mudas. Já para a medição do diâmetro do coleto, foi utilizado um paquímetro digital da marca Digital Caliper F&M (Figura 17).





**Figura 17 - Medição da raiz com régua de 30 cm (a); medição da parte aérea com régua de 30 cm (b); medição do diâmetro do coleto com paquímetro (c).**

#### 4.5.1 Massa fresca e massa seca

Para determinação da massa fresca e massa seca tanto das raízes quanto da parte aérea, adaptou-se a metodologia seguida por Kratz e Wendling (2013). As raízes e partes aéreas foram pesadas em balança analítica, para a determinação da massa fresca. Foi utilizado um copo plástico descartável de 100 mL como suporte para a pesagem. Após cada pesagem, as raízes e parte aérea foram acondicionadas separadamente em sacos de papel Kraft com suas respectivas identificações.

Em seguida, os sacos de papel foram levados para estufa com circulação mecânica da marca Fanem, onde permaneceram por 48 horas uma temperatura de 65°C. Ao término das 48 horas, as amostras foram pesadas novamente, logo após a retirada da estufa, caracterizando desta forma a massa seca.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos parâmetros fitométricos foram analisados estatisticamente através do programa Minitab 17. Foi realizado o teste de normalidade dos dados através de Anderson–Darling ( $p$ -valor < 0,05).

Executou-se análise de estatística multivariada para os parâmetros que apresentaram normalidade. Em sequência realizou-se Análise de Variância – ANOVA considerando avaliados como pressupostos a normalidade e a homocedasticidade.

Para a comparação de médias foi utilizado o modelo estatístico de Tukey ao nível de 5% de significância. Os testes tiveram como objetivo avaliar a diferença significativa entre os substratos oriundos do processo de compostagem e o substrato comercial, possibilitando verificar qual o melhor tratamento para produção de mudas.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS COMPOSTOS

O Quadro 5 contém a caracterização dos compostos após o processo de compostagem e antes de serem utilizados na produção de mudas em bandejas.

PARÂMETRO	SUBSTRATOS/ LEIRAS						
	C	1	2	3	4	5	6
pH	6,4	6,8	7,4	7,5	7,9	7,6	7,9
CE (mS/cm)	0,7	1,6	2,3	2,1	0,6	1,1	0,5
Fósforo (g.kg <sup>-1</sup> )	N.I.	5,0	5,2	6,3	5,8	6,0	6,2
Potássio (g.kg <sup>-1</sup> )	N.I.	9,1	13,2	13,2	5,1	4,8	4,8
Nitrogênio (%)	N.I.	1,8	2,2	2,2	1,7	1,8	1,8
Carbono (%)	N.I.	22,9	26,6	27,5	23,6	20,8	22,7
C/N	N.I.	12,8	12,3	12,5	13,9	11,7	12,4

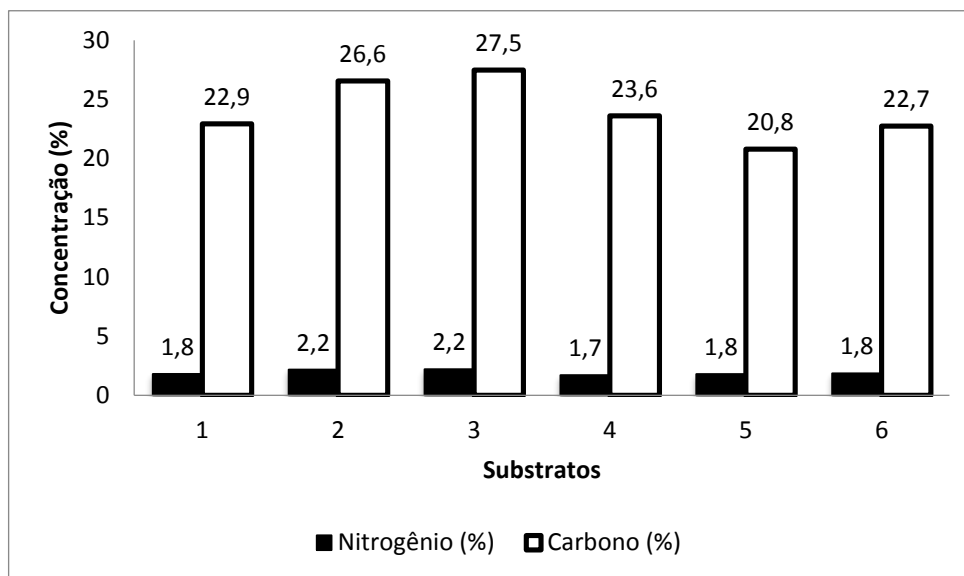
**Quadro 5 - Caracterização dos substratos.**

N.I. = Não Identificado; C = Comercial

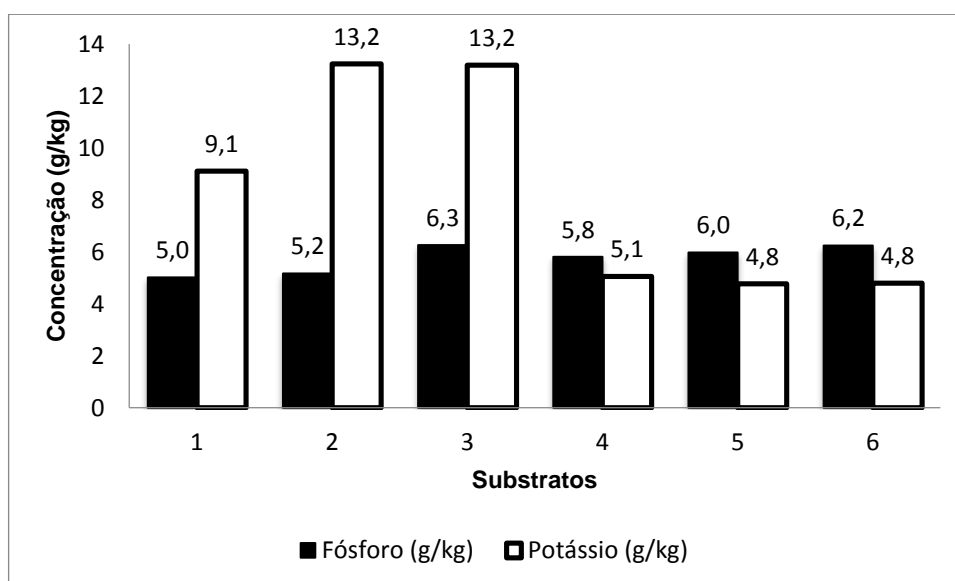
Os valores de pH obtidos para os tratamentos variaram de 6,8 para o Tratamento 1 a 7,9 para o Tratamento 4. Dessa forma, nota-se que os compostos realmente estavam maturados e ideais para uso como substrato, uma vez que a faixa aceitável para isto é de 6,0 a 8,0 (MATOS, 2015). No entanto, considerando a faixa recomendada pela cultura de alface que é de 6,5 a 7,5, os tratamentos 4, 5 e 6 encontram-se acima (BIGGS, 1980).

Os valores recomendados para condutividade elétrica compreendem um intervalo de 1 a 2,5 mS.cm<sup>-1</sup> sendo que para a espécie de alface o ideal é não superar 1,3 mS.cm<sup>-1</sup>, pois a CE em elevadas concentrações pode afetar negativamente o desenvolvimento das mudas. Considerando o intervalo de 1 a 2,5 mS.cm<sup>-1</sup> todos os tratamentos estão adequados. No entanto, considerando 1,3 mS.cm<sup>-1</sup>, apenas os tratamentos 4,5 e 6 estão abaixo, inclusive o substrato comercial (ANDRIOLO, 1996 *apud* CARON *et al.*, 2004; RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V. 1999).

Dentre os principais nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das plantas estão o nitrogênio, fósforo, potássio (BIGGS, 1980). Os resultados das análises realizadas podem ser vistos no Gráfico 1 e Gráfico 2.



**Gráfico 1 - Valores de Nitrogênio e Carbono dos substratos orgânicos.**



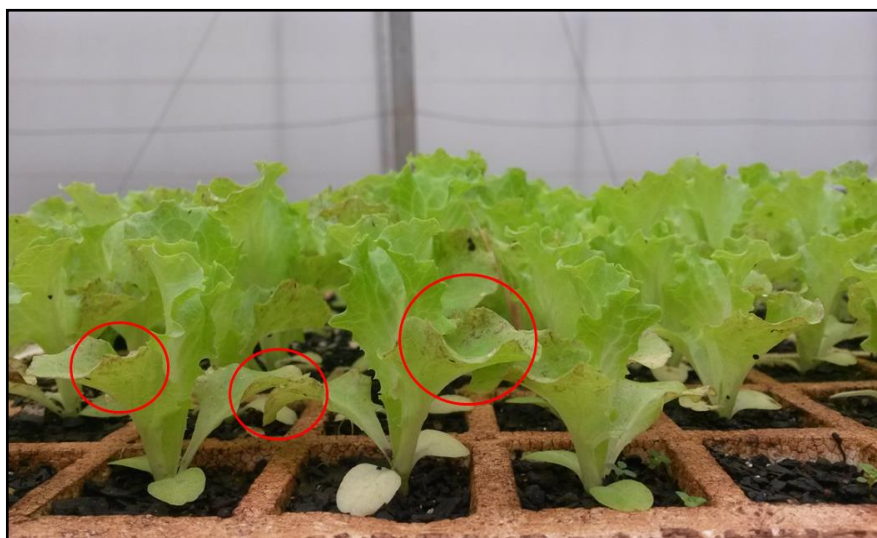
**Gráfico 2 - Valores de Fósforo e Potássio dos substratos orgânicos.**

Utilizando como base a Instrução Normativa MAPA / SDA nº 25, de 23 de julho de 2009 que estabelece especificações para fertilizantes orgânicos mistos e compostos, em seu Anexo III, nota-se que os valores mínimos recomendados de 0,5% para nitrogênio total e 15% para carbono orgânico, são valores respeitados pelos compostos analisados neste estudo (BRASIL, 2009).

De acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999) a composição média de alguns adubos orgânicos são de 1,4 % para nitrogênio, 1,4% para fósforo ( $14 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e 0,8% para potássio ( $8 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Assim, para nitrogênio, considera-se que os valores obtidos estão próximos da sua recomendação. Porém, para fósforo os valores estão todos abaixo e para potássio, somente o substrato 1 apresentou valor próximo de 0,8%.

Em estudos realizados por Leal (2006), onde foi avaliada a produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas, constataram-se teores compreendidos, após três meses de compostagem, entre 7,5 e 9,2  $\text{g.kg}^{-1}$  de potássio e 3,5 e 4,2  $\text{g.kg}^{-1}$  de fósforo.

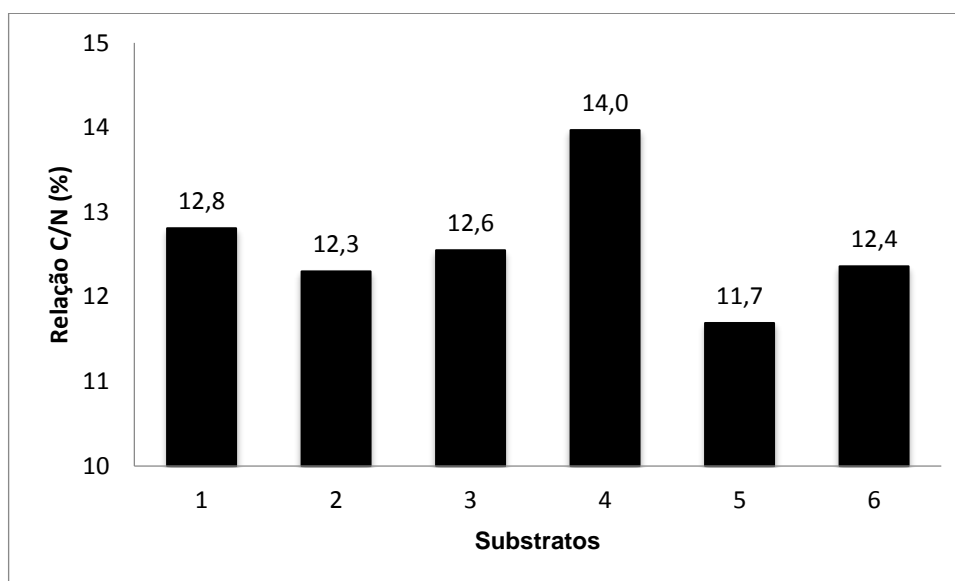
Desta forma, é considerado que os teores de macronutrientes dos compostos produzidos não possuem valores muito diferenciados dos demais já encontrados em outros estudos e estabelecidos pela legislação. Contudo, pode-se notar que a parte aérea das mudas de todos os tratamentos apresentaram algumas manchas amarelas escuras (Figura 18).



**Figura 18 - Manchas nas mudas de alface.**

Normalmente, isso ocorre devido a deficiência de minerais (principalmente nitrogênio), excesso de irrigação ou doenças fúngicas (BIGGS, 1980; SARAIO, 2016). Possivelmente nesse caso, ocorreu pela presença de doenças fúngicas devido a elevada umidade ocasionada pelo excesso de irrigação. No entanto, esse problema poderia ser resolvido diminuindo o tempo de irrigação automática.

Ainda assim, os níveis de relação C/N estão demonstrados no Gráfico 3.



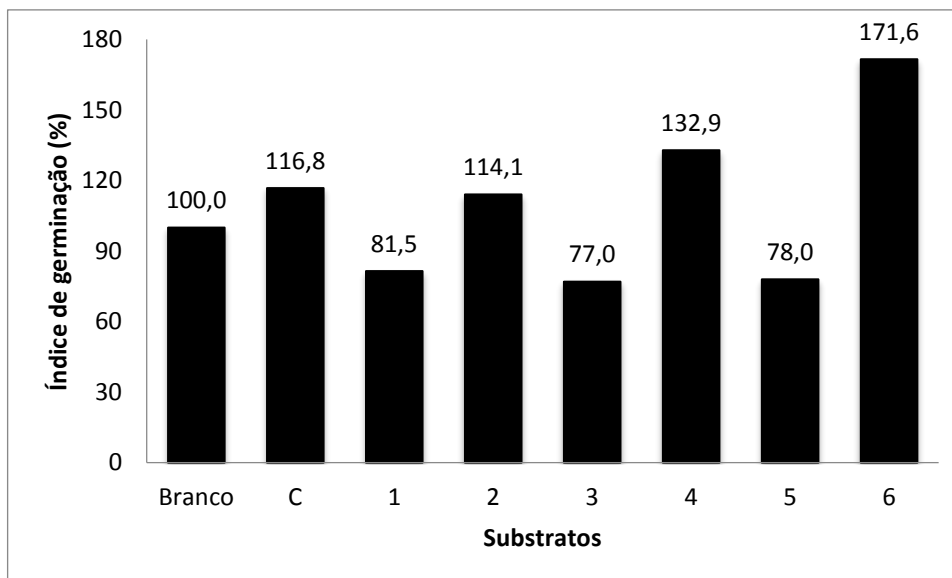
**Gráfico 3 - Relação C/N dos substratos orgânicos.**

Nota-se que o intervalo compreendido foi entre 11,7 e 14,0 valores próximos ao recomendado por Kiehl (1985) correspondente a uma relação C/N de 10/1, indicando a maturação e estado de humificação dos compostos. Observando também que os valores encontrados não superaram o estabelecido pela Instrução normativa MAPA / SDA no 25, de 23 de julho de 2009 que é de no máximo 20/1.

Tendo em vista, as repetições dos resultados de pH, CE e macronutrientes estão demonstradas nos Apêndices A e B.

## 5.2 IDENTIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE FITOTOXICIDADE NO COMPOSTO

Os resultados obtidos no teste de fitotoxicidade estão representados no Gráfico 4. Na Figura 19 pode ser visto as sementes germinadas após as 72 horas na BOD.



**Gráfico 4 - Resultado do Índice de Germinação dos substratos.**



**Figura 19 - Último dia do teste de germinação.**

Os tratamentos foram classificados quanto à fitotoxicidade de acordo com o Quadro 6 proposto por Belo (2011).

<b>%G</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL EM ANÁLISE</b>
> 100	O material potencia a germinação e o crescimento da raiz das plantas.
80-100	Não fitotóxico; composto maturado
60-80	Moderadamente fitotóxico
30-60	Fitotóxico
< 30	Muito fitotóxico

**Quadro 6 - Classificação qualitativa de fitotoxicidade.**

**Fonte: Belo, 2011.**

Sendo assim, considera-se:

- Tratamento 2, 4, 6 e comercial: Potencia a germinação e o crescimento da raiz das plantas;
- Tratamento 1: Não fitotóxico; composto maturado;
- Tratamento 3 e 5: Moderadamente fitotóxico.

Dessa forma, exceto para os tratamentos 3 e 5, a utilização do composto como substrato, não implicará na presença de substâncias fitotóxicas nas mudas, garantindo a germinação e a qualidade das mesmas. No entanto, como a classificação foi moderadamente fitotóxico para os tratamentos 3 e 5, atribuindo-se a isto a não maturação total dos compostos, os mesmos ainda foram testados na fase de produção de mudas para analisar o seu desenvolvimento.

Todas as repetições dos resultados de fitotoxicidade estão demonstradas no Apêndice C.

### 5.3 EFICIÊNCIA DO USO DO COMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

A Figura 20 mostra o estado das mudas, nas suas quatro repetições, no final dos trinta dias de experimento.





Figura 20 - Após 30 dias de germinação em bandejas.

Os resultados obtidos em relação aos parâmetros fitométricos estão apresentados no Quadro 7.

PARÂMETRO	SUBSTRATOS						
	C	1	2	3	4	5	6
Estabilidade do torrão (Nota)	5	5	5	5	4,8	5	5
Resistência do torrão (Nota)	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO	ÓTIMO
Número de folhas (Unidade)	3,0	4,1	4,0	3,7	3,9	4,0	3,9
Parte aérea (cm)	4,2	5,5	5,3	4,7	4,6	5,0	5,0
Raíz (cm)	9,5	10,1	9,5	9,8	9,7	9,9	10,0
Diâmetro (mm)	1,5	2,0	1,8	1,9	2,0	2,1	1,7
M. F. Aéreo (g)	0,318	0,719	0,634	0,53	0,512	0,598	0,454
M. F. Raíz (g)	0,187	0,318	0,294	0,252	0,223	0,279	0,218
M. S. Aéreo (g)	0,023	0,046	0,041	0,035	0,035	0,039	0,03
M. S. Raíz (g)	0,016	0,022	0,021	0,02	0,019	0,021	0,017

Quadro 7- Médias finais dos parâmetros fitométricos das mudas de alface.

Assim, foi aplicado Teste de Normalidade (Anderson-Darling p-valor < 0,05) nos resultados, e este indicou que os parâmetros estabilidade do torrão e número de

folhas não apresentaram distribuição normal. Contudo, para os demais parâmetros o teste indicou normalidade (Tabela 1).

**Tabela 1 - Teste de normalidade executado com os parâmetros**

	E.T	N.F	M.P.A	M.R	D	M. F Aéreo	M. F Raiz	M. S Aéreo	M. S Raiz
<b>Normalidade</b>			Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
<b>P-valor</b>	<0,005	0,014	0,83	0,68	0,19	0,92	0,88	0,86	0,7

E.T = Estabilidade do torrão; N.F = Número de folhas; M.P.A = Medida parte aérea; M.R = Medida raiz; D = Diâmetro; M.F = Massa fresca; M.S = Massa seca.

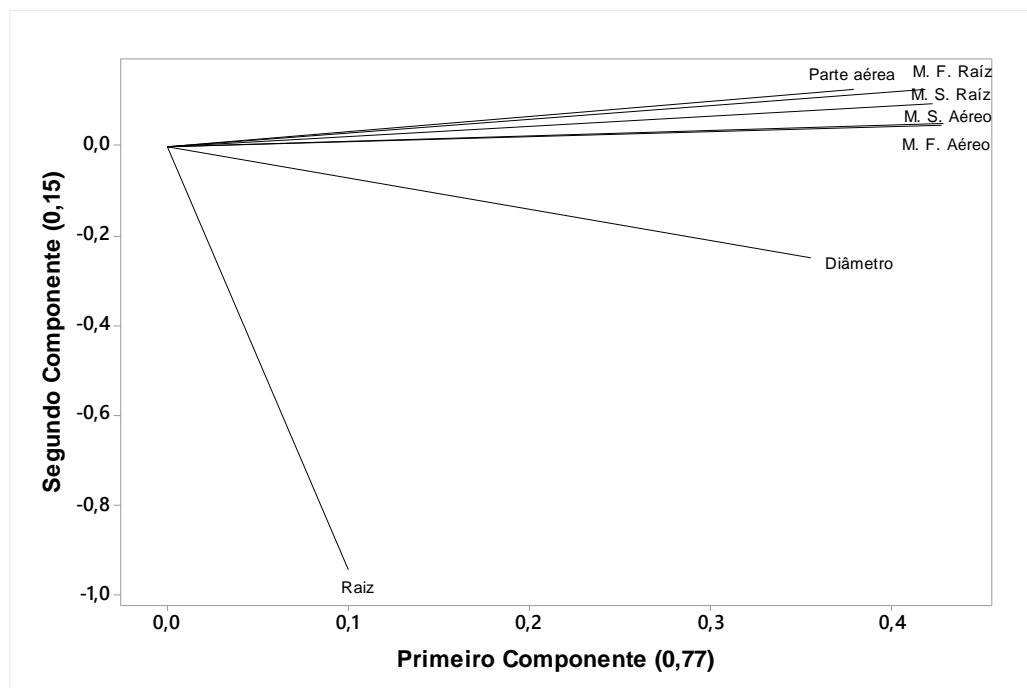
A análise de correlação linear realizada mostrou forte correlação ( $C \geq 0,7$ ) entre a massa fresca e massa seca tanto da parte aérea quanto da raiz, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 - Dados da análise de correlação linear de Pearson.**

	Parte aérea	Raiz	Diâmetro	M.F. Aéreo	M.F. Raiz	M. S. Aéreo
<b>Raiz</b>	0,153 0,743					
<b>Diâmetro</b>	0,516 0,236	0,334 0,464				
<b>M.F. Aéreo</b>	<b>0,889</b> 0,007	0,189 0,685	<b>0,798</b> 0,032			
<b>M.F. Raiz</b>	<b>0,894</b> 0,007	0,13 0,782	<b>0,7</b> 0,08	<b>0,975</b> 0,000		
<b>M. S. Aéreo</b>	<b>0,861</b> 0,013	0,18 0,699	<b>0,817</b> 0,025	<b>0,998</b> 0,000	<b>0,965</b> 0	
<b>M. S. Raiz</b>	<b>0,815</b> 0,026	0,12 0,798	<b>0,828</b> 0,021	<b>0,979</b> 0	<b>0,966</b> 0	<b>0,979</b> 0

Um comportamento semelhante pode ser observado a partir da Análise de Componentes Principais (ACP), em que os dois componentes explicaram 92% da variação dos dados. Ao avaliar as cargas dos parâmetros raiz e diâmetro, observa-se que estes apresentaram comportamento distintos. Já a parte aérea apresentou

comportamento distinto dos dois já citados, e, ao mesmo tempo, semelhante à massa fresca e massa seca (Gráfico 5).



**Gráfico 5 - Análise de componentes principais.**

Dessa forma, como indicadores para a avaliação de desempenho dos compostos na produção de mudas, utilizou-se os parâmetros parte aérea, raiz e diâmetro os quais foram aplicados ANOVA e teste de comparação múltipla de médias (Tukey p-valor < 0,05).

### 5.3.1 Parte aérea

A ANOVA realizada para a parte aérea, pode ser vista na Tabela 3 e as médias obtidas para a parte aérea das mudas analisadas de cada tratamento estão expostas na Tabela 4, juntamente com o teste de Tukey.

Tabela 3 - ANOVA Parte aérea

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	<i>F Crítico</i>
Entre grupos	26,170	6,000	4,362	25,999	0,000	2,167
Dentro dos grupos	22,312	133,000	0,168			
Total	48,482	139,000				

SQ = Soma dos quadrados; gl = graus liberdade; MQ = Quadrado médio

Tabela 4 - Teste de Tukey aplicado as médias das partes aéreas

<b>SUBSTRATO</b>	<b>MÉDIA (cm)</b>	<b>TESTE TUKEY 5%</b>			
1	5,48	a			
2	5,34	a	b		
5	4,97		b	c	
3	4,66			c	d
4	4,58				d e
6	4,45				d e
C	4,22				e

**Nota: Letras iguais na terceira coluna implicam em equivalência estatística dos valores**

Verifica-se que a maior média corresponde a parte aérea das mudas produzidas utilizando o substrato produzido pelo tratamento 1. Porém, pelo teste de Tukey, para este parâmetro, os substratos 1 e 2 responderam com equivalência, diferenciando-se dos demais. Isso mostra que os tratamentos 1 e 2 agem melhor como substrato, pois proporcionaram maiores rendimentos as alfices (YURI, 2004) e que o revolvimento no segundo mês de experimento não proporcionou alterações significativas nas características de ambos. Ainda, pode-se dizer que o revolvimento no terceiro mês contribui para a queda do desempenho.

Goto e Tivelli (1998) e Filgueira (2013) descrevem que o momento do transplântio das mudas é quando as mesmas atingem de 10 a 15 cm de altura, não sendo possível estabelecer um período em dias para que essa altura seja alcançada. Nota-se que estes valores não foram atingidos nesse experimento, porém, em outros trabalhos como o executado por Watthier (2014) o maior valor para a parte aérea foi de 5,15 cm.

### 5.3.2 Raízes

A ANOVA indicou que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos para as raízes das mudas geradas, uma vez que o  $F$  crítico é maior que o  $F$  (Tabela 5).

Tabela 5 - ANOVA Raízes.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	6,882	6,000	1,147	0,746	0,614	2,167
Dentro dos grupos	204,595	133,000	1,538			
<b>TOTAL</b>	<b>211,477</b>	<b>139,000</b>				

SQ = Soma dos quadrados; gl = graus liberdade; MQ = Quadrado médio

Isso indica que a variação nas características dos substratos não foi suficiente para interferir no tamanho das raízes das mudas no período do experimento, como pode-se observar no Gráfico 6.

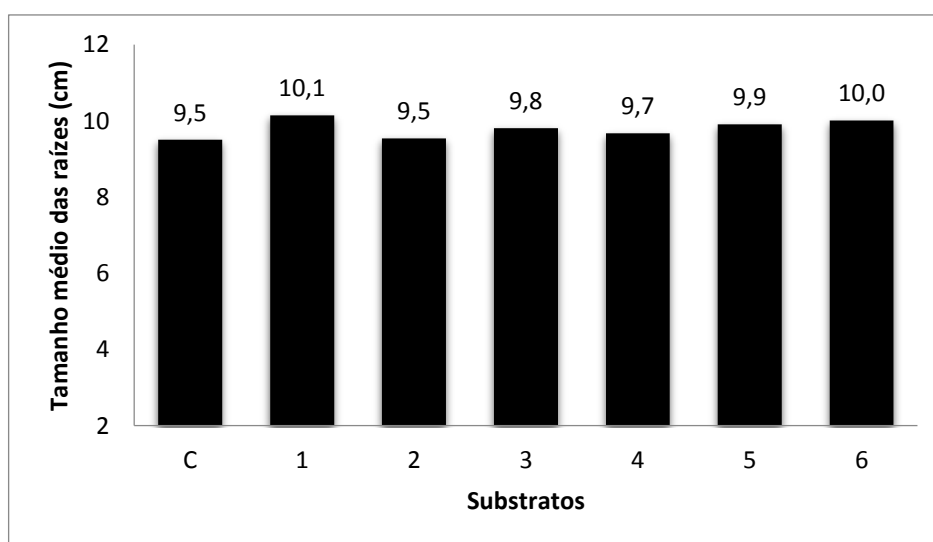
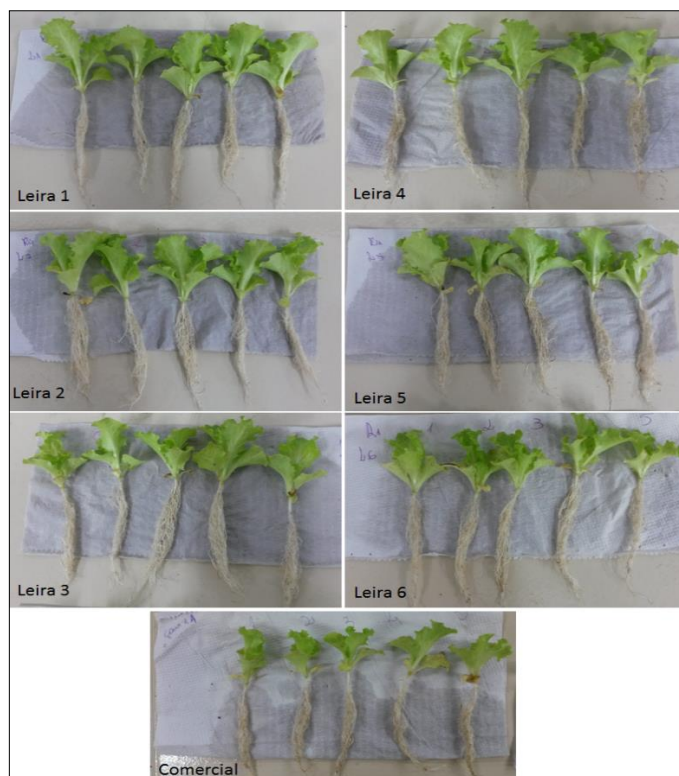


Gráfico 6 - Tamanho médio das raízes das mudas.

Na Figura 21 um outro critério deve ser analisado. Todas as mudas dos tratamentos apresentaram raízes brancas sem manchas escuras em suas extremidades, o que consiste em uma raiz saudável e bem desenvolvida (OLIVEIRA, 2016).



**Figura 21 - Mudanças de alface de todos os tratamentos.**

Mudas que apresentam raízes com pontas escuras, como as do comercial, podem indicar a falta de oxigênio. Isso pode ser explicado pelo fato do substrato não estar mais suprindo as necessidades das mudas devido ao pequeno volume em que se encontra, assim, as raízes ficam mais restritas para obtenção de água, ar e nutrientes (UESB, 2016; OLIVEIRA, 2016).

Uma vez que o oxigênio interfere diretamente no crescimento e na atividade metabólica das raízes, o déficit do mesmo poderá reduzir o crescimento tanto da raiz quanto da parte aérea (WATTHIER, 2014).

### 5.3.3 Diâmetro médio do coleto da muda

A ANOVA realizada para o diâmetro médio do coleto das mudas está representada na Tabela 6 e na Tabela 7 estão dispostas as médias obtidas para cada substrato juntamente com o Teste de Tukey.

Tabela 6 - ANOVA Diâmetro

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>p - valor</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	5,307	6,000	0,885	5,717	0,000	2,167
Dentro dos grupos	20,576	133,000	0,155			
Total	25,884	139,000				

SQ = Soma dos quadrados; gl = graus liberdade; MQ = Quadrado médio

Tabela 7 - Teste de Tukey aplicado as médias do diâmetro do coleto

<b>SUBSTRATO</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>TESTE TUKEY 5%</b>
5	2,07	a
1	1,98	a
4	1,97	a
3	1,94	a
2	1,84	a
6	1,71	a b
C	1,45	b

**Nota: Letras iguais na terceira coluna implicam em equivalência estatística dos valores**

Pode ser observado que a maior média obtida foi para o substrato produzido pelo tratamento 5. No entanto, pelo teste de Tukey, verifica-se a equivalência, para este parâmetro, entre todos os tratamentos produzidos pelo processo de compostagem, não havendo equivalência somente com o substrato comercial, o qual possuiu menor valor.

É importante que haja uma relação entre o comprimento da parte aérea e o diâmetro do coleto bem como uma boa relação raiz/parte aérea, pois ambos são responsáveis pelo bom crescimento das mudas quando levadas a campo e são importantes parâmetros morfológicos (HORTIFRÚTI, 2014).

Sendo assim, considera-se que os maiores valores do diâmetro do coleto foram obtidos nos mesmos substratos onde o comprimento da parte aérea foi maior, evidenciando a relação obtida pelos substratos 1 e 2. No trabalho de Watthier (2014) os maiores valores do diâmetro do colo foram obtidos nos mesmos substratos onde o comprimento da parte aérea é maior.

### 5.3.4 Teste da estabilidade e resistência do torrão

Para avaliar o teste de estabilidade e resistência do torrão, foi utilizada a metodologia proposta por Gruszynski (2002) que atribui notas de classificação descritas no Quadro 8.

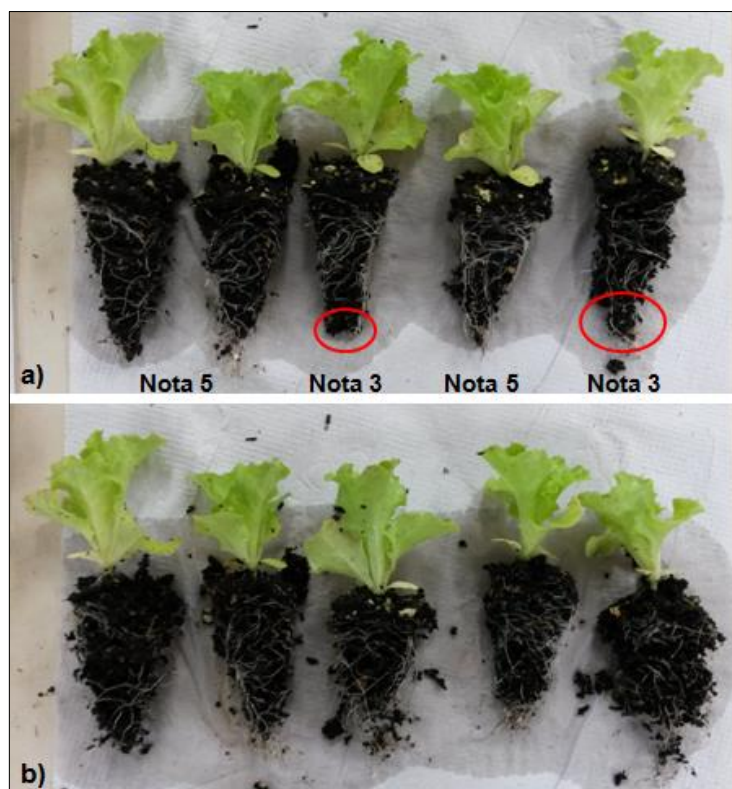
QUALIDADE	NOTAS	ESTABILIDADE DE TORRÃO
Pior	1	30% ou mais do torrão fica retido no recipiente.
↓	3	Torrão se destaca do recipiente, porém não permanece coeso.
Melhor	5	Todo o torrão é destacado do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso.

**Quadro 8 - Notas atribuídas para o teste de estabilidade do torrão.**  
**Fonte: Gruszynski (2002).**

Verifica-se, conforme as notas de classificação estabelecidas por Gruszynski (2002), que os torrões possuem ótima qualidade para serem levados ao campo e isto é importante no momento do transplante, pois ao retirar a mudas das células com uma ótima coesão do torrão nas raízes evita com que as mesmas danifiquem e ressequem, uma vez que os espaços porosos formados entre o substrato e a raiz permanecem (TAVARES JÚNIOR, 2004).

Dois dos cinco torrões analisados pertencente ao tratamento 4 foram destacados com facilidade da bandeja, porém não permaneceram 100% coesos, justificando assim a nota de 4,8 (Quadro 7). Porém, isto não interferiu na qualidade do torrão necessária para ser levado a campo. Tais características podem ser observadas na Figura 22 que mostra as características dos torrões analisados após os testes de estabilidade e suas respectivas notas e após o teste de resistência do torrão, os quais definem a qualidade do torrão.

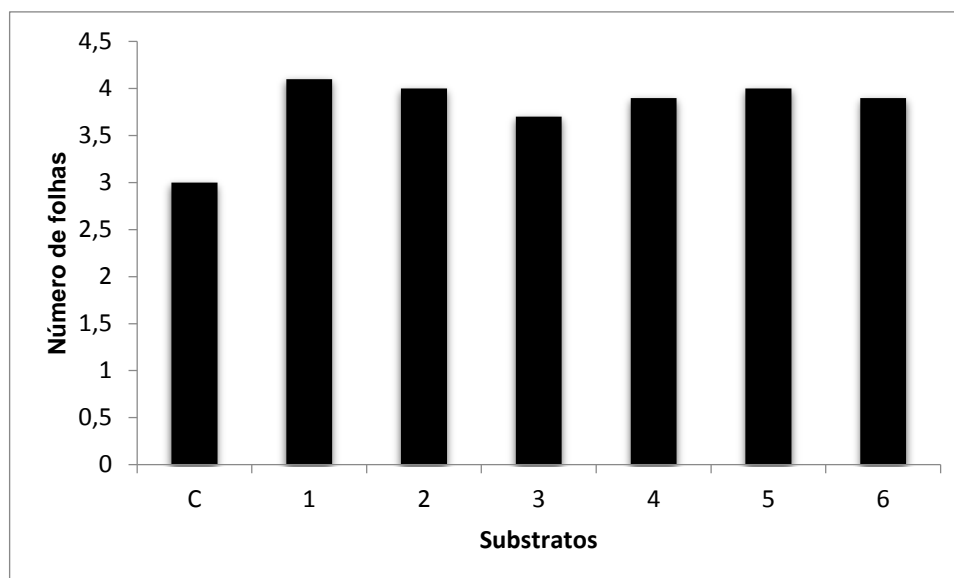




**Figura 22 - Características dos torrões após realização do teste de estabilidade a) e resistência b).**

### 5.3.5 Contagem do número de folhas

O número médio de folhas para cada substrato testado pode ser observado no Gráfico 7.



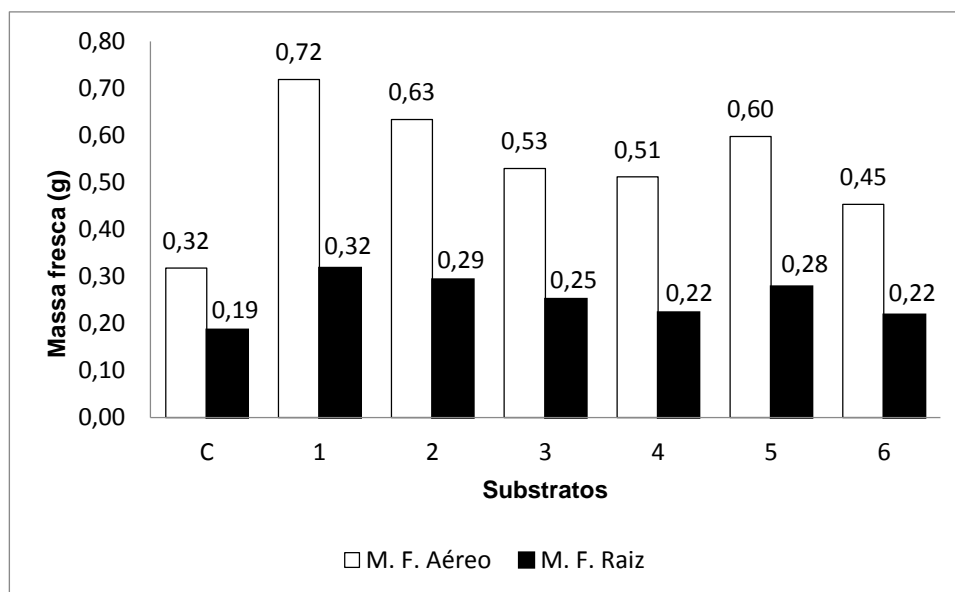
**Gráfico 7 - Números de folhas das mudas de alface.**

Observa-se que todos os substratos testados resultaram na formação de plantas com no mínimo três folhas, sendo superiores ao resultado obtido utilizando o substrato comercial. Neste parâmetro destacaram-se os substratos 1, 2 e 5 onde o número de folhas geradas foi de 4 folhas, indicando dessa maneira, que as mudas atingiram o estágio de serem transplantadas, como indica Goto e Tivelli (1998) e Filgueira (2013).

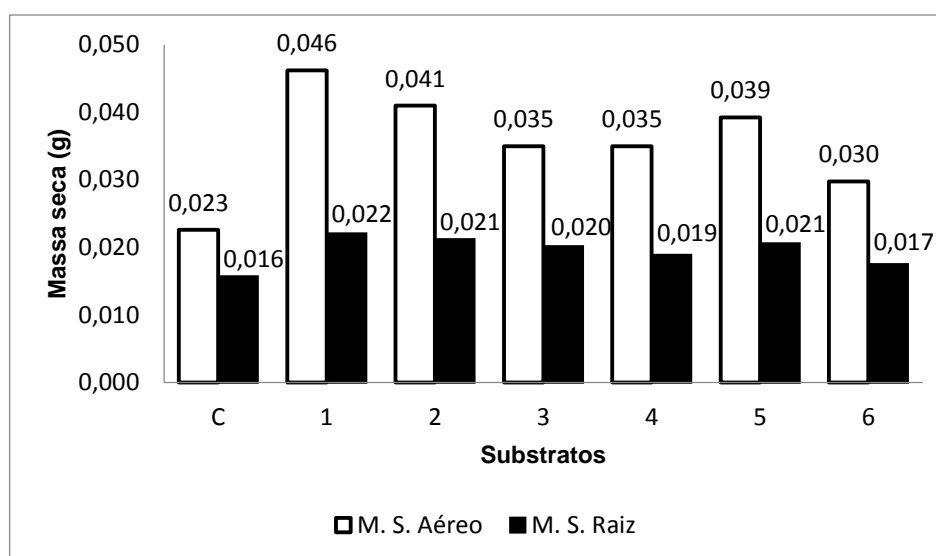
Em trabalhos semelhantes como Monteiro *et al.* (2013), foram avaliados quatro diferentes dosagens de misturas de compostos comerciais com orgânicos e dois compostos orgânicos sem mistura. Os melhores resultados foram para os compostos orgânicos sem mistura, onde apresentaram mudas com um intervalo de 3 a 4 folhas. Menezes Junior *et al.* (2000) avaliou misturas de solos com vermicompostos na produção de mudas, onde o número de folhas geradas foi de 5 folhas.

### 5.3.6 Massa fresca e massa seca

Analisando os Gráfico 8 e Gráfico 9 pode-se notar que os valores obtidos nas pesagens foram uniformes entre os parâmetros.



**Gráfico 8 - Massa fresca da parte aérea e da raiz das mudas.**



**Gráfico 9 - Massa seca da parte aérea e da raiz das mudas.**

Os Gráficos 8 e 9 evidenciam que os substratos orgânicos propiciam maiores massas que o comercial. Verifica-se que o tratamento utilizando o substrato 1, destacou-se entre os demais por possuir os maiores valores, indicando desta forma, que a maior absorção de macronutrientes e presença de matéria orgânica ocorreu nesse substrato (WATTHIER, 2014). Mudanças com maior peso de massa fresca possivelmente tiveram uma grande produção de fotossíntese produzindo desta forma, uma maior biomassa (SANCHEZ, 2007).

Os substratos são um dos principais fatores para adquirir boa qualidade das mudas, os mesmos influenciam diretamente no desenvolvimento das raízes, o qual

acaba refletindo no crescimento da parte aérea (SANTOS, 2015). Esse quesito pode ser evidenciado nos resultados obtidos com o substrato 1 deste trabalho, onde o mesmo apresentou a maior massa seca da raiz e conseqüentemente a maior massa seca da parte aérea. Isso pode ser justificado pelo fato das condições em que o substrato 1 foi produzido, recebendo cobertura e o revolvimento somente no primeiro mês.

O mesmo resultado também é apontando no trabalho realizado por Watthier (2014), onde utilizou substratos orgânicos formulados a base de casca de arroz carbonizada, composto de tungue e húmus de minhoca para produção de mudas de alface e beterraba. Contudo, como pode ser visto, o substrato comercial apresentou os menores valores tanto na parte aérea quanto na raiz da massa fresca e seca, por possivelmente apresentarem menores teores de matéria orgânica quando comparados aos substratos produzidos por compostagem.

## 6 CONCLUSÃO

Mediante as análises químicas realizadas nos compostos, todos apresentaram pH e CE aceitáveis para produção de mudas de alface, embora alguns valores apontados demonstraram-se um pouco fora da faixa desejável. Por outro lado, a análise de macronutrientes mostrou que os compostos são suficientes às necessidades das plantas.

Os substratos 3 e 5 apresentaram moderada fitotoxicidade, pois possivelmente os compostos ainda não estavam maturados. Porém, este resultado não influenciou na germinação das sementes e no desenvolvimento das plantas.

Pode-se ainda evidenciar que a utilização de compostos orgânicos se sobressaiu na produção de mudas de alface quando comparado com o composto comercial. Foi estatisticamente comprovado pelos parâmetros parte aérea, raiz e diâmetro que os substratos 1 e 2 obtiveram os melhores resultados.

Desta forma, ressalta-se que a cobertura influenciou diretamente nesses resultados, uma vez que ambas as leiras estavam cobertas, evitando a influência de fatores abióticos, como as chuvas. Atenta-se que no período de produção do processo de compostagem dos substratos utilizado neste trabalho, ocorreu elevados índices de chuva.

Por outro lado, o revolvimento das leiras mostrou-se eficiente a ser realizado somente no primeiro mês, duas vezes por semana, evidenciando que não há necessidade de revolve-las após esse período, pois o revolvimento no segundo mês mostrou-se insignificativo e o no terceiro mês contribuiu para a queda de desempenho na produção de mudas.

Para estudos futuros, sugere-se que se reduza o tempo de irrigação automática das mudas, evitando umidade elevada. Sugere-se também que sejam realizadas as análises de parâmetros fitométricos aos 20 e/ou 25 dias, para observar se as mudas estão aptas ao transplante, a fim de se reduzir o tempo de produção das mudas nas bandejas. Outra proposta a ser levada em conta, é que os mesmos substratos sejam testados em mudas de espécies nativas para que essas sejam utilizadas em reflorestamento de áreas degradadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luciane M de. Schlichting de; GARBELINI, Ellery Regina; PINHEIRO Paula B. Gomes. **Unidades de Triagem e Compostagem Resíduos Sólidos Urbanos**. Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Proteção ao Meio Ambiente – CAOPMA. Curitiba, PR: Ministério Público do Estado do Paraná, novembro, 2013.

AMARO, Manoel A. et al. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas de Janaguba (*Himatanthus Drasticus* (Mart.) Plumel. – Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 28, nº 1, p.63-71, 2006.

ANDREOLI, Cleverson V. et al. Resíduos Sólidos: Origem, Classificação e Soluções para Destinação Final Adequada. **Complexidade: Redes E Conexões Do Ser Sustentável**. Curitiba, 2014. p. 531-552.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 13591**: Compostagem. Terminologia. Rio de Janeiro, 1996.

BAILEY, Douglas. A.; NELSON, Paul V.; FONTENO, William C. 2000. **Substrates pH and water quality**. North Carolina State University, Raleigh.

BELO, Sara Rodrigues Santos. **Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologias, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

BEZERRA, Fred C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, p. 22, 2003.

BIGGS, Tony. **Culturas Hortícolas**: Produtos hortícolas para saladas, couve e nabos, e para aproveitamento de caules, vagens e frutos, plantas condimentares. Enciclopédia de Práticas Agrícolas, v. 3. Europa-América, Ltda., 1980, p. 28-65.

BRASIL. Instrução normativa MAPA / SDA nº 25, de 23 de julho de 2009. Anexo III - **Especificações para fertilizantes orgânicos mistos e compostos**. Brasília, DF, 23 jul. 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Congresso Nacional, Casa civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** p. 399. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BRIME, Paula S. et al. Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus benthamii*. In: I EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 25, 2002, Colombo. **Anais.** 2002, p. 1-4.

BRITO, Luis M.; MOURAO, Isabel. **Características dos substratos para Horticultura: Propriedades e características dos substratos (Parte I / II).** Disponível em: <<http://www.agronegocios.eu/noticias/caracteristicas-dos-substratos-para-horticultura-propriedades-e-caracteristicas-dos-substratos-parte-i-ii/>>. Acesso em: 26 Mai. 2016

BRITO, Túlio D.; RODRIGUES, Carlos D. de S.; MACHADO, Cecília A. **Avaliação do desempenho de substratos para produção de mudas de alface em agricultura orgânica.** Horticultura Brasileira. v. 20, n. 2, jun. 2002.

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

CARON, Braulio Otamar, et al. **Crescimento da alface em diferentes substratos.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages/SC v.3, n.2, p. 97-104, 2004.

CASTRO, Bruna Bernardes de, et al. **Avaliação da fitotoxicidade durante o processo de compostagem de dejetos de matrizes suínas.** VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS, novembro, 2013.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA ORGÂNICOS. **A importância dos substratos.** Rio de Janeiro, 2015. Disponível: <<http://ciorganicos.com.br/biblioteca/substratos>> Acesso: 24 out. 2015.

COELHO, Heraldo J. **Fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo e substratos.** Workshop insumos para produção orgânica. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2007/workshop/organica/download/insumos\\_fertilizantes.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2007/workshop/organica/download/insumos_fertilizantes.pdf)>. Acesso em: 26 Mai. 2016.

COIMBRA, Rogério de A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 29, nº 1, p.92-97, 2007.

CUSTÓDIO, Balduino Puerari; MERSONI, Cristina; SCHNEIDER, Cláudia A. **Manual Prático: compostagem**. Prefeitura Municipal de Garibaldi. Garibaldi, RS. 8f. Abr. 2011.

DIAS, Denise Cunha F. S. Dormência em Sementes: mecanismos de sobrevivência das espécies. **Revista SEED News**. Pelotas, n. 4, julho/agosto 2005. Disponível em: <[http://www.seednews.inf.br/portugues/seed94/print\\_artigo94.html](http://www.seednews.inf.br/portugues/seed94/print_artigo94.html)>. Acesso em: 22 out. 2015.

DING, L.; JING, H.; QIN, B.; QI, L.; LI, J.; WANG, T.; LIU, G. Regulation of cell division and growth in roots of *Lactuca sativa* L. seedlings by the ent-kaurene diterpenoid rabdosin B. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, n.5, p.553-563, 2010.

FARINACIO, Dione. *et al.* Desenvolvimento inicial e produção de alface a partir de diferentes substratos e bandejas. In: VII ENSub, 2010, Goiânia. **Anais**. 2010, p. 1-16.

FERREIRA, Manoel Evaristo; CASTELLANE, Paulo Donato; CRUZ, Mara Cristina Pessôa da. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba, SP. 480f. p. 43. 1993.

FIESP- Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Resíduos Sólidos**, 2011. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/residuos-solidos/>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

FILGUEIRA, Fernando A. Reis. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortícolas**. 3. Ed. rev. e ampl. 4ª reimpressão – Viçosa, MG: UFV, 2013.

FONSÊCA, Taysa G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2001. 85 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FOWLER, João A. P.; BIANCHETTI, Arnaldo. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27, 2000.

GOMES, José M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis*. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.



GOTO, Romy; TIVELLI, Sebastião W. **Produção de Hortaliças em Ambientes Protegidos: Condições Subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998, p. 137-156.

GRUPO ISORECORT. **Bandejas de Isopor (Poliestireno Expandido - EPS) para mudas de plantas**. 2016. Disponível em: <<http://www.isorecort.com.br/>> Acesso em: 14 abr. 2016.

GRUSZYNSKI, Cirilo. **Resíduos Agroindustrial “Casca de Tunge” como componente de substrato para plantas**. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GUEDES, Ítalo M. R. **Manejo da nutrição mineral de Hortaliças**. Embrapa Hortaliças. Goiânia, GO. Nov. 2011. Disponível em: <<http://www.congressotomate.com.br/2011/palestras/Manejo-nutricao-mineral-de-hortalicas.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2016.

HENZ, Gilmar P.; SUINAGA, Fábio. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2009.

HERBETS, R. A. et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente: Health and Environment Journal**. Universidade da Região de Joinville. Joinville, SC. Volume 6. N1. 83 f. p. 41 – 50. Jun 2005.

HOLANDA, Priscila Carvalho. Compostagem e Minhocultura. Fortaleza. P. 13 – 22. Fundação Demócrito Rocha; Instituto Centro Ensino Tecnológico – CENTEC, 2013. Disponível em: <<https://issuu.com/edicoesdemocritorocho/docs/compostagem-e-minhocultura?e=3799256/1031578>> Acesso em: 19 abr. 2016.

HORTIFRÚTI. **Bandeja ideal para a produção de mudas de alface**. Campo e Negócio, 8 de nov. 2014. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/bandeja-ideal-para-a-producao-de-mudas-de-alface/>> Acesso em: 06 de mar. 2016.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes**. Piracicaba, abril 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>> Acesso em: 19 out. 2015.

KIEHL, Edmar J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985.

KIEHL, Edmar J. **Novo fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2010.

KRATZ, Dagma; WENDLING, Ivan. Produção de mudas de *Eucalyptus dunniem* Substratos Renováveis. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 125-136, jan./mar. 2013.

LEAL, Marco A. de Almeida. **Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. Tese – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Rio de Janeiro. 2006.

LOPES, Jane L. W. L., GUERRINI, Iraê A.; SAAD, João C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

MAKISHIMA, Nozomu. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA – CNPH, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MANSOR, Maria Teresa Castilho; et al. **Resíduos Sólidos: Cadernos de Educação Ambiental**. Secretaria do Meio Ambiente Resíduos Sólidos / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; Governo de São Paulo (Estado). São Paulo, 2010.

MATOS, Antonio T. de. **Manual de análises de resíduos sólidos e águas residuárias**. Viçosa: Editora UFV, 2015.

MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. Manual básico de compostagem – série: conhecendo os resíduos. Piracicaba, USP Recicla, 2003, com contribuições de: Anne Caroline Malvestio Caio Souza Pires Fernando William Ka Heng Mo Giulio de Manincor Capestrani (estudantes de Engenharia Ambiental/ EESC USP).

MENEZES JÚNIOR, Francisco Olmar G. et al. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, novembro 2000.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos#o-que-sao-residuos-organicos>> Acesso em: 18 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, agosto, 2012.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 09 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 09 out. 2015.

MONTEIRO, Gean Charles *et al.* **Avaliação de diferentes tipos de bandejas e substratos alternativos na produção de mudas de *Lactuca sativa L.*** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. v.9, n.16, p.377. Goiânia, 2013.

MOURA, Ricardo. **Produção de mudas de hortaliças com uso de substratos alternativos**. Embrapa Agroindústria Tropical. 2012. Disponível em: <<http://hotsites.sct.embrapa.br/prosarural/programacao/2012/producao-de-mudas-de-hortalicas-com-uso-de-substratos-alternativos>> Acesso em: 25 out. 2015.

OLESZCZUK, Patryk; HOLLERT, Henner. Comparison of sewage sludge toxicity to plants and invertebrates in three different soils. **Chemosphere**. Elsevier., p.502-509, 13 jan. 2011.

OLIVEIRA, André. **Alface hidropônica - doenças causadas por fungos**. Disponível em: < <http://www.cpt.com.br/cursos-agricultura-hidroponia/artigos/alface-hidroponica-doencas-causadas-por-fungos> > Acesso em: 23 jun. 2016.

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. / . - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89).

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B., 2008. **Compostagem**. 2008.19 f. Disciplina: Matéria Orgânica do Solo (LSO-897). Escola Superior de Agricultura “Luiz De Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

OLIVEIRA, Josimar Rodrigues. **Compostagem para pequenos agricultores**. Mari, PB. 2009. Disponível em:

<<http://pt.slideshare.net/josimarrodriguesoliveira/compostagem-22559856>> Acesso em: 20 abr. 2016.

PAIXÃO, Rebecca Manesco; SILVA, Luiz H. B. Ribeiro da; TEIXEIRA, Thaise Moser. **Análise da viabilidade da compostagem de poda de árvore no campus do Centro Universitário de Maringá – Cesumar**. Anais Eletrônico, VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, outubro, 2012.

PEIXE, Marildo; HACK, Mara Brognoli. **Compostagem como Método Adequado ao Tratamento dos Resíduos Sólidos Orgânicos Urbanos: Experiência do Município De Florianópolis/SC**. 2014. 13 f. Pós em Gestão e Educação Ambiental.

PEREIRA NETO, João T. **Manual de Compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa, Minas Gerais. 81 f. 2011.

RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; ALVAREZ V, Vitor Hugo. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999.

ROYO, Juliana. **Compostagem orgânica: tecnologia ambiental que também aumenta a produtividade**. Maio de 2010. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21524&secao=Agrotemas>> Acesso: 25 mai. 2016.

SANCHEZ, Sergio Veraguas. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 78 f. Tese (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SANTOS, Alan Oliveira Dos. **Produção De Olerícolas (Alface, Beterraba E Cenoura) Sob Manejo Orgânico Nos Sistemas Mandalla E Convencional**. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória Da Conquista, Bahia. 2010.

SANTOS, Carlos Bernardo da Cruz. **Produção de mudas de hortaliças com qualidade**. Casa do Produtor Rural, ESALQ/USP, 10 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/producao-de-mudas-de-hortalicas-com-qualidade-1383>> Acesso em: 08 jun. 2016.

SANTOS, Cleiton Evandro dos. et al. **Anuário brasileiro de hortaliças 2015**. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz. 68 f, p. 43. 2015.

SARAO, Carol. Razões para a alface ficar amarelada. eHow Brasil. Disponível em: <[http://www.ehow.com.br/razoes-alface-ficar-amarelada-info\\_350710/](http://www.ehow.com.br/razoes-alface-ficar-amarelada-info_350710/)>. Acesso em: 28 mai. 2016.

SARTORI, Valdirene Camatti; et al. **Cartilha para Agricultores – Compostagem: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. 2016. Universidade De Caxias Do Sul. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Instituto de Biotecnologia. Laboratório de Controle Biológico de Doenças de Plantas. Caxias do Sul, SC. 2016.

SEMENTES CAIÇARAS. **Canteiros e Sementeiras**. Disponíveis em: <<http://www.sementescaicara.com/ImagensDiversas/file/pinus.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2015.

SILVA, Fábio C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999.

SILVA, Francisca A. de M.; BOAS, Roberto L. V.; SILVA, Reginaldo B. da. Parâmetros de maturação para diferentes compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 1, p. 67-78, 2009.

SILVA, Francisca A. de M.; BOAS, Roberto L. V. Teste de germinação como indicador de maturação em composto orgânico. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 22, n. 3, p. 63-73, 2007.

SILVA, João B. C. da. et al. **Produção de mudas**. 2006. Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção, 1 - 2ª Edição. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/autores.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/autores.htm)> Acesso em: 10 nov. 2015.

SILVA, Jordana do N.; MATTIOLO, Sandra R. **Estudo da germinação e crescimento de sementes de alface (*Lactuca sativa*) na presença do Rotenat**. Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo - CTMSP. p. 243-244, 2010.

SOUSA, João A. de; LÉDO, Francisco J. de S.; SILVA, Marcos R. da. **Produção de mudas de hortaliças em recipientes**. Rio Branco: Embrapa– CPAF/AC. Circular Técnica. p. 19, 1997.

STEPANSKY, Julius. **Destinação correta do lixo: um caminho sem volta**. 17 nov. 2011. Olhar Direto. Opinião/Artigo. Disponível em:

<[http://www.olhardireto.com.br/artigos/exibir.asp?artigo=Destinacao\\_correta\\_do\\_lixo\\_um\\_caminho\\_sem\\_volta&id=3869](http://www.olhardireto.com.br/artigos/exibir.asp?artigo=Destinacao_correta_do_lixo_um_caminho_sem_volta&id=3869)> Acesso em: 18 abr. 2016.

TAVARES JÚNIOR, J.E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 1995. 174p.

TRAUTMANN, Nancy; KRASNY, Marianne. **Composting in the Classroom: Scientific Inquiry for High School Students**, 1997.

UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. **Produção de Mudas em Recipientes**. 2016. Disponível em:

<<http://www.uesb.br/flower/alunos/propagacao/mudas.html>> Acesso em: 07 jun. 2016.

WATTHIER, Maristela. **Substrato Orgânico: Caracterização, produção de mudas e desenvolvimento a campo de alface e beterraba e influência na atividade enzimática**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia Ênfase Horticultura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p. 127-130, jan-mar 2004.

### APÊNDICE A – pH e CE nas repetições

<b>T</b>	<b>R</b>	<b>Condutividade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Média</b>	<b>pH</b>	<b>Média</b>
	1	1750			6,59	
1	2	1588	μS/cm	1641,00	6,85	6,84
	3	1585			7,07	
	1	2,27			7,2	
2	2	2,25	mS/cm	2,27	7,43	7,39
	3	2,3			7,55	
	1	2,06			7,45	
3	2	2,11	mS/cm	2,14	7,54	7,53
	3	2,26			7,6	
	1	637			7,86	
4	2	634	μS/cm	629,33	7,96	7,95
	3	617			8,04	
	1	1030			7,64	
5	2	1147	μS/cm	1078,00	7,6	7,64
	3	1057			7,68	
	1	501			7,68	
6	2	432	μS/cm	473,67	8,02	7,93
	3	488			8,09	
	1	704			6,56	
C	2	686	μS/cm	727,67	6,37	6,39
	3	793			6,24	





**APÊNDICE B – Análise de macronutrientes nas repetições**

R	T	Nitrogênio		Carbono		Fósforo				Potássio			
		N (%)	Média N (%)	COT (%)	Média COT (%)	Leitura	$y=1,8291x - 0,0157$	Concentração de P (ppm)	Média Conc. de P (ppm)	Concentração (ppm)	K (ppm)	K (g/kg)	Média K (g/kg)
1	1	1,81	1,79	22,64	22,93	0,602	1,09	5101,8	5016,96	36,2	9104,08	9,10	9,10
2		1,84		22,52		0,569	1,03	4819,0		34,5	8620,69	8,62	
3		1,73		23,63		0,606	1,09	5130,1		38,5	9572,35	9,57	
1	2	2,07	2,16	26,58	26,57	0,52	0,94	4368,8	5168,49	47,3	11813,19	11,81	13,22
2		2,35		26,26		0,672	1,21	5718,4		56,9	14119,11	14,12	
3		2,05		26,86		0,638	1,15	5418,3		55,3	13742,54	13,74	
1	3	2,26	2,19	27,18	27,48	0,712	1,29	6129,4	6260,53	58,9	14725,00	14,73	13,18
2		2,13		27,91		0,585	1,05	4826,8		52,4	12749,39	12,75	
3		2,18		27,34		0,921	1,67	7825,4		49,5	12055,53	12,06	
1	4	1,72	1,69	23,86	23,61	0,678	1,22	5769,9	5809,27	19,3	4786,71	4,79	5,06
2		1,70		23,04		0,728	1,32	5995,4		22,4	5361,42	5,36	
3		1,64		23,94		0,674	1,22	5662,5		20,5	5024,51	5,02	
1	5	1,81	1,78	20,42	20,81	0,708	1,28	5998,3	5975,45	20,1	4950,74	4,95	4,78
2		1,72		21,02		0,721	1,30	6182,5		18,5	4604,28	4,60	
3		1,82		20,98		0,674	1,22	5745,6		19,2	4771,37	4,77	
1	6	1,75	1,84	22,40	22,74	0,777	1,41	6692,4	6242,39	19,4	4828,27	4,83	4,79
2		1,91		23,70		0,747	1,35	6202,3		20,4	4913,29	4,91	
3		1,86		22,10		0,699	1,26	5832,5		19,1	4640,43	4,64	

