

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL *CAMPUS* CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO PAULO BORKOWSKI

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS DE
PODA DE PATA-DE-VACA EM ALFACE

CERRO LARGO

2022

JOÃO PAULO BORKOWSKI

**PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS DE
PODA DE PATA-DE-VACA EM ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Borkowski, João Paulo
Produção e Utilização de Composto Orgânico de
Resíduos Poda de Pata-de-vaca em Alface / João Paulo
Borkowski. -- 2022.
47 f.

Orientador: Doutor Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Alelopatia. 2. Fitotoxicidade. 3. BRS
Mediterrânea. 4. Bauhinia Forficata. 5. Lactuca Sativa.
I. Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

JOÃO PAULO BORKOWSKI

**PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS
DE PODA DE PATA-DE-VACA EM ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em 23/03/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof.º Dr.º Renan Costa Beber Vieira – UFFS
Orientador



Prof.º Dr.º Sidinei Zwick Radons - UFFS
Avaliador



Prof.ª Dr.ª Tatiane Chassot
Avaliadora

Dedico este trabalho aos meus pais, que não
pouparam esforços para que eu pudesse
concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, pelo apoio e incentivo para que busca-se o conhecimento técnico e formação profissional em agronomia.

Agradeço aos meus irmãos Júnior e Juliano e ao meu pai Eugênio por me ajudarem na realização desse experimento.

A minha companheira Daiana, pelo apoio incessável, por me ajudar em todas as etapas da execução do projeto, desde a implantação até a avaliação.

Ao meu professor orientador Renan, que me ajudou com ideias, dicas para a condução do experimento.

Aos funcionários da UFFS da área experimental e dos laboratórios que me ajudavam a obter equipamentos e materiais para a execução deste projeto.

Aos meus colegas pelos momentos em que compartilhamos informações e aprendizados.

A professora Tatiane por me conceder a oportunidade de atuar como monitor das disciplinas de Estatística básica, Experimentação agrícola e Trabalho de conclusão de curso, período este, no qual pude desenvolver muitas habilidades e alcancei grandes aprendizados.

Aos membros da banca, Prof^ª. Dr^a. Tatiane e Prof^º Dr^º Sidinei por aceitarem o convite.

RESUMO

A Pata-de-vaca, *Bauhinia forficata*, é uma árvore muito utilizada na arborização urbana, necessitando de podas para impedir seu crescimento excessivo. Tal manejo resulta na produção de grande quantidade de entulhos que geralmente vão parar em aterros sanitários, pois seu uso in natura pode apresentar efeitos alelopáticos sobre certas culturas. Dessa forma este trabalho objetivou a realização de compostagem utilizando os resíduos de poda de Pata-de-vaca e a avaliação da viabilidade da utilização do composto na produção de mudas de alface. A compostagem foi realizada utilizando os resíduos de poda, esterco de galinhas poedeiras e de bovinos. O efeito alelopático do composto sobre a germinação de sementes de alface, comprimento de radícula, parte aérea, e de plântula foi avaliado em diferentes concentrações de extrato aquoso (0%, 10%, 25%, 50%, 75% e 100%). O segundo estudo foi conduzido em casa de vegetação, onde foram produzidas mudas de alface utilizando o composto de Pata-de-vaca misturados com substrato comercial Maxfertil® nas concentrações de 0%, 10%, 25%, 50% 75% e 100% de composto. O experimento foi conduzido por 20 dias, realizadas as avaliações de germinação, massa seca e massa fresca de raízes, parte aérea e da planta inteira. O composto de Pata-de-vaca apresentou melhor qualidade nutricional e valores de pH, relação C/N mais adequados em comparação com o substrato comercial. Também não apresentou qualquer efeito de alelopatia ou fitotoxicidade na germinação das sementes de alface, e proporcionou melhor desenvolvimento das mudas de alface com maior acúmulo de biomassa em relação ao uso apenas do substrato comercial Maxfertil®.

Palavras-chave: Alelopatia. Fitotoxicidade. BRS Mediterrânea. Bauhinia Forficata. Lactuca Sativa.

ABSTRACT

The Pata-de-vaca, *Bauhinia forficata*, is a tree widely used in urban afforestation, requiring pruning to prevent its excessive growth. Such management results in the production of a large amount of debris that usually ends up in landfills, as its in natura use can have allelopathic effects on certain crops. Thus, this work aimed at composting using the pruning residues of Pata-de-vaca and evaluating the feasibility of using the compost in the production of lettuce seedlings. Composting was carried out using pruning residues, manure from laying hens and cattle. The allelopathic effect of the compound on lettuce seed germination, root length, shoot and seedling length was evaluated at different concentrations of aqueous extract (0%, 10%, 25%, 50%, 75% and 100%). The second study was conducted in a greenhouse, where lettuce seedlings were produced using the compound of Pata-de-vaca mixed with Maxfertil® commercial substrate at concentrations of 0%, 10%, 25%, 50%, 75% and 100% of compost. The experiment was carried out for 20 days, with evaluations of germination, dry mass and fresh mass of roots, shoots and the whole plant. The compost of Pata-de-vaca presented better nutritional quality and pH values, C/N ratio more adequate in comparison with the commercial substrate. It also did not present any effect of allelopathy or phytotoxicity on the germination of lettuce seeds, and provided better development of lettuce seedlings with greater accumulation of biomass in relation to the use only of the commercial substrate Maxfertil®.

Keywords: Allelopathy. Phytotoxicity. BRS Mediterranean. *Bauhinia Forficata*. *Lactuca Sativa*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Partes da planta de Pada-de-Vaca utilizadas na compostagem, Guarani das Missões, 2020.	26
Figura 2 – Caixas gerbox utilizadas no teste de germinação contendo as concentrações de 0%, 10%, 25%, 50%, 75% e 100% de extrato aquoso, Cerro Largo, 2021.....	28
Figura 3 - Croqui representativo da divisão das unidades experimentais em bandeja de polietileno com 128 células. 29	
Figura 4 - Croqui da distribuição dos tratamentos sobre a bancada, Cerro Largo, 2021.	30
Figura 5 - Gráficos dos resultados obtidos na avaliação de efeito alelopático e de fitotoxicidade do composto, Cerro Largo, 2021.	33
Figura 6 - Gráficos dos resultados obtidos do experimento conduzido em casa de vegetação, Cerro Largo, 2021	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do composto de Pata-de-vaca e do substrato comercial Maxfertil®, Cerro Largo, 2021.	31
Tabela 2 – Relação de parâmetros mínimos exigidos para composto orgânico pela normativa N° 61 de 06 de julho de 2020 e valores alcançados pelo composto de Pata-de-vaca.	32
Tabela 3 - Resultados obtidos de germinação (GER%), comprimento de radícula (CRA), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento da plântula inteira (CPL) do experimento conduzido em laboratório, Cerro Largo 2021.	34
Tabela 4 - Resultados obtidos de emergência (EMG), massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca das mudas (MFM) e massa seca das mudas (MSM), Cerro Largo, 2021.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODA	13
2.2	PROCESSO DE COMPOSTAGEM	14
2.2.1	Materiais utilizados e preparo da compostagem	14
2.2.2	Temperatura	16
2.2.3	Umidade	17
2.2.4	Aeração.....	19
2.2.5	Relação C/N.....	20
2.2.6	Acidez da pilha de compostagem	21
2.2.7	Características finais do composto	22
2.3	PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE.....	23
2.3.1	O substrato.....	24
2.3.2	Irrigação	24
2.3.3	Transplântio das mudas.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	REALIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM	26
3.2	TESTE DE ALELOPATIA EM LABORATÓRIO.....	27
3.3	PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	ANALISE DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA.....	31
4.2	EFEITOS ALELOPÁTICOS DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA EM ALFACE.....	32
4.3	USO DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA NO CULTIVO DE MUDAS DE ALFACE.....	35
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A utilização de espécies de árvores em áreas urbanas com o objetivo de melhorar a sensação térmica em dias de calor e para fins paisagísticos é amplamente adotada em nosso país, sendo usadas tanto espécies nativas como também exóticas. A Pata-de-vaca, *Bauhinia forficata* é comumente usada para ornamentação e arborização urbana na região sul do Brasil, pois apresenta boa adaptação e tolerância à geadas (LORENZI *et al.*, 2003).

A poda destas árvores, em especial a Pata-de-vaca, geralmente é realizada anualmente para aumentar a vitalidade e conter o crescimento das mesmas, a fim de evitar problemas de segurança que podem ser causados devido ao crescimento excessivo. Tal prática resulta em um grande volume de entulho e gera transtornos, pois necessita ser descartado em aterros sanitários, o que causa um aumento de custos com operação de máquinas e diminui o seu tempo de utilização, devido ao espaço que estes materiais ocupam (SILVA; RENÓFIO; MARGUTTI, 2009; MEIRA, 2010).

Existem diferentes formas de aproveitar os resíduos de poda, podendo ser usados como lenha e cavacos para geração de energia, proporcionando assim vários benefícios ao meio ambiente, economia e para a sociedade em geral (SOUZA; GUIMARÃES; VELASCO, 2020). Também é possível incorporar estes materiais no meio agrícola a partir de processos de produção de adubos orgânicos como através de compostagens, por exemplo.

A disposição desse tipo de material diretamente no solo na forma in natura, sem um prévio tratamento, pode tornar o processo de degradação mais lento (CORTEZ, 2011). A utilização dos resíduos de poda de pata-de-vaca em especial, podem ocasionar efeitos negativos no desenvolvimento da alfaca, prejudicando a germinação, o desenvolvimento e acúmulo de biomassa pelas plantas (ROHRIG *et al.*, 2019).

A compostagem destes resíduos possibilita o reaproveitamento do material orgânico, produzindo, ao final do processo, um composto estabilizado que pode ser aplicado no solo para cultivo proporcionando muitas vantagens em relação aos adubos químicos (BURANI *et al.*, 2009). No processo de compostagem os materiais orgânicos são transformados através de reações metabólicas realizadas por fungos, bactérias e outros microrganismos, resultando na mineralização dos nutrientes contidos nos materiais orgânicos tornando-os disponíveis para as plantas (AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005).

A utilização de substratos orgânicos produzidos pelo processo de compostagem, é uma alternativa sustentável de fornecer nutrientes para o desenvolvimento das plantas. A produção

de mudas de espécies olerícolas é uma das diversas áreas onde pode ser usado este tipo de adubo, podendo suplementar ou até substituir a utilização de adubos químicos.

A alface é bastante consumida pelos brasileiros, e para que se tenha uma planta produtiva e saudável, é importante que as mudas produzidas sejam de qualidade. Portanto, o substrato utilizado representa um importante papel no desenvolvimento inicial da muda. As principais características desejáveis de um bom substrato são, o baixo custo de aquisição, boa capacidade de troca de cátions, alto teor de nutrientes, pH adequado, livre de patógenos, possibilitar aeração, retenção de água e agregação às raízes (JORGE *et al.*, 2020).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de alface em extrato aquoso de composto orgânico produzido a partir de resíduos de poda de pata-de-vaca, e também o desenvolvimento de mudas de alface produzidas em diferentes concentrações de composto de pata-de-vaca e substrato comercial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODA

A arborização urbana é constituída por diversas espécies de árvores que possuem diferentes portes de altura e desempenham a função de melhorar o microclima e estética, realizando o embelezamento das áreas urbanizadas (MANGUEIRA; GOMES; SOUSA, 2019).

A poda das árvores é realizada durante todo o ciclo das plantas. Na produção das mudas e durante o seu crescimento são realizadas podas de formação. Quando adultas podas de manutenção e limpeza são realizadas para evitar o crescimento excessivo da árvore, bem como a queda de galhos secos possibilitando seu crescimento saudável (SEITZ, 1996).

Os resíduos resultantes das podas nem sempre são descartados da maneira sustentável, indo muitas vezes parar em aterros sanitários, onde, além de ocuparem muito espaço podem causar outros problemas como gerar reações químicas e biológicas ao se misturar com outros tipos de lixo urbano, podendo produzir subprodutos como gás carbônico, sulfeto de hidrogênio e gás metano (ROCHA *et al.*, 2015).

A utilização desse tipo de material de forma in natura, deve ser avaliada com cuidado. Algumas substâncias químicas presentes em certas plantas, podem apresentar efeitos alélopáticos e prejudicarem o desenvolvimento de outras espécies vegetais, seja inibindo a germinação das sementes ou prejudicando o desenvolvimento delas (REZENDE *et al.*).

A utilização de resíduos de poda na agricultura é uma alternativa sustentável, que pode resolver os problemas causados por estes resíduos urbanos, porém, é importante que haja conhecimento e estudo acerca dos possíveis efeitos que esses materiais podem exercer sobre as culturas (ROHRIG *et al.*, 2019).

Portanto, existe a necessidade de alternativas sustentáveis para o melhor aproveitamento deste tipo de resíduo, podendo aproveitar os troncos e galhos mais grossos para a geração de energia e utensílios de madeira. Já os galhos mais finos e também as folhas podem ser aproveitadas como adubo orgânico após passarem pelo processo de compostagem (ROCHA *et al.*, 2015).

A compostagem de materiais orgânicos tem se mostrado uma maneira bastante eficiente e de baixo custo no tratamento de resíduos de poda. Este processo precisa por vezes ser aprimorado e ajustado de acordo com as diferentes situações, porém, é capaz de trazer muitos benefícios ao setor público e para o meio ambiente, sendo uma alternativa sustentável (PEIXE; HACK, 2009).

Resultados positivos têm sido obtidos ao utilizar composto produzido a partir de restos de poda de arborização urbana na produção de mudas plantas ornamentais (BARATTA JUNIOR, 2007). Neste caso, o composto produzido apresentou teores de nutrientes superiores aos de substratos comerciais e resultados satisfatórios na produção das mudas, se mostrando uma alternativa eficiente e de baixo custo podendo substituir o uso de substratos comerciais.

Silva *et al.* (2018), também verificaram efeitos positivos ao utilizarem composto orgânico produzido a partir de restos de poda, resíduos vegetais e esterco bovino, na produção de mudas de alface. O composto aumentou o volume radicular para a cultivar Grand Rapids em relação aos outros tratamentos adotados, mostrando-se uma alternativa na produção de mudas de alface podendo substituir o substrato comercial e a vermiculita.

2.2 PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A compostagem é o processo de decomposição controlada dos resíduos de origem animal e vegetal, obtendo ao final do processo um material estabilizado e rico em nutrientes (BORGES, 2018). Este composto apresenta características que permitam ser utilizado na adubação de plantas devido à alta disponibilidade de nutrientes como fósforo, potássio e nitrogênio, dependendo do tipo de material utilizado no processo de compostagem (PAIXÃO; SILVA; TEIXEIRA, 2012).

O processo de compostagem pode ainda ser definido como um processo de oxidação biológica, onde a ação dos microrganismos degrada o material orgânico liberando vapor de água e gás carbônico. É um processo aeróbio, ou seja, necessita de oxigênio para que possam ocorrer (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O composto resultante apresenta de 50 a 70% de matéria orgânica, coloração escura e rico em húmus, sendo classificado como adubo orgânico, pois para o seu preparo utiliza-se apenas restos vegetais de diferentes fontes e também esterco de animais (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

2.2.1 Materiais utilizados e preparo da compostagem

No geral, a maioria dos materiais orgânicos pode ser usado no processo de compostagem, sejam eles de origem animal ou vegetal que por vezes são encontrados em propriedades rurais ou áreas urbanas com potencial de poluição do meio ambiente, sendo mais comumente

utilizado os restos de culturas, palhas, camas de animais entre outros (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

Os materiais que são usados na compostagem não devem conter vidros, plásticos, óleos, metais ou outros tipos de materiais não orgânicos, também deve-se evitar a utilização de materiais gordurosos pois podem liberar ácidos graxos que retardam o processo de compostagem. Já a carne, deve ser evitada pois pode atrair animais e insetos indesejados (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Para o preparo da compostagem utiliza-se basicamente duas fontes de material orgânico, os materiais de origem vegetal que apresentam relação C/N mais elevada como por exemplo: serragem de madeira, galhos ou restos de culturas. Já os materiais de origem animal, como esterco e camas de animais, possuem baixa relação C/N e têm a função inoculante, sendo responsáveis pela multiplicação e disseminação dos microrganismos por toda a pilha (SOUZA *et al.*, 2001).

A utilização de materiais de elevada relação C/N como serragem de madeira, ou galhos de árvores nas pilhas de compostagem, pode dificultar o processo de decomposição, devido à presença na composição do seu tecido vegetal de materiais recalcitrantes como por exemplo a lignina e celulose (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Em casos em que se utiliza materiais mais lignificados na pilha de compostagem, uma forma de melhorar o desempenho do processo é a inoculação da pilha com microrganismos, uma vez que é baixo o número de espécies de microrganismos capazes de degradar com facilidade esses materiais. Souza (2016), testou diferentes inoculadores em compostagem realizada em biorreatores de bancada, e concluiu que a utilização de inoculação natural apresentou ao fim do processo menor relação C/N e nível de pH dentro do recomendado para o composto orgânico.

A pilha de compostagem deve ser montada em camadas, sendo que cada uma deve ser iniciada usando material fibroso rico em carbono em quantidade de aproximadamente 60% a 70% do volume da camada. Em seguida adiciona-se uma parte de material rico em nitrogênio, como esterco de animais por exemplo. O volume usado deste material deve ser em torno de 30% a 40% do volume da camada (BORGES, 2018).

Para montar a pilha de compostagem deve-se selecionar um local de fácil acesso, bem ventilado e preferencialmente próximo a um ponto de acesso à água. Não é necessário que o local seja coberto, porém é interessante que disponha de um pouco de sombra para evitar que a pilha seque excessivamente (BORGES, 2018).

O tamanho de partículas deve ser entre 1,3 cm e 7,6 cm, tamanhos menores prejudicam a oxigenação sendo necessário então o uso de sistemas de ar forçado para ventilar a pilha. O tamanho ideal das partículas não deve ultrapassar os 3 cm, pois possuem área específica maior facilitando a ação dos microrganismos e acelerando o processo de compostagem e também impedem que ocorra a compactação da pilha. (OLIVEIRA, SARTORI E GARCEZ, 2008).

De acordo com Souza *et al.* (2001), os materiais a serem compostados devem ser adicionados a pilha na seguinte proporção, uma parte de material rico em nitrogênio para três partes de material fibroso ou restos vegetais. Se os materiais utilizados estiverem secos, deve-se molhar a pilha conforme vão sendo dispostas as camadas, porém deve-se evitar a irrigação excessiva a ponto de encharcar o material ou da água escorrer pela base da pilha.

O tamanho das pilhas deve ser definido de acordo com alguns critérios, não sendo muito pequenas pois nesse caso não ocorrerá o aquecimento adequado, mas que não seja muito grande também, pois pode favorecer a compactação e também dificultar o revolvimento. Segundo Borges (2018), as pilhas devem ter no mínimo 1,2 m de altura, 1,0 m de largura e 1,2 m de comprimento, variando de acordo com a disponibilidade de material.

2.2.2 Temperatura

Quando a decomposição dos materiais orgânicos ocorre de forma natural, o calor produzido pela ação dos microrganismos se dissipa pelo meio não ocorrendo, então, o aquecimento. No caso da compostagem, quando a pilha começa a produzir calor elevando a sua temperatura, é um indicativo que os microrganismos estão ativos e realizando suas funções, em situações em que as condições são controladas a temperatura pode chegar próximo aos 80 °C (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Segundo Borges (2018), a temperatura ideal para que a compostagem ocorra de forma satisfatória é de aproximadamente 60 °C, e pode ser verificada facilmente com o uso de um vergalhão de ferro cravado na pilha por alguns minutos. Para realizar a verificação o vergalhão deve ser retirado e segurado com a mão, se a temperatura for superior aos 60 °C não será possível segurá-lo, caso contrário a temperatura está dentro do nível ideal. O vergalhão deve ser cravado a pelo menos 50 cm de profundidade e a verificação da temperatura deve ser realizada nos 40 cm, onde deve ser possível segurar a mão sem queimá-la (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

O desenvolvimento da temperatura no processo de compostagem é influenciado por alguns fatores, como por exemplo, o nível de proteínas dos materiais, a relação

carbono/nitrogênio, níveis de umidade e tamanho da pilha (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). Quando os materiais apresentam tamanho de partículas próximo aos 3 cm e homogeneidade, a distribuição de temperatura é mais uniforme e também proporciona menor perda de calor para o ambiente.

A temperatura da compostagem além de favorecer o desenvolvimento dos microrganismos e acelerar o processo como um todo, possui ainda outra função importante, que é a de controlar outros microrganismos que são patogênicos para nós humanos e para as plantas. Em temperaturas maiores que 40 °C predominam os microrganismos termófilos, e em temperaturas acima dos 55 °C os microrganismos patogênicos são destruídos. Porém não se deve deixar passar dos 65 °C a temperatura da pilha, pois neste caso a maioria dos microrganismos são destruídos, inclusive os que são responsáveis pelo processo de compostagem (BRITO, 2007).

A temperatura da pilha nos primeiros dois ou três dias deve alcançar os 40 °C a 50 °C e é denominada de fase mesófila ou fase de aquecimento, pois ocorre o aquecimento de forma gradativa. Em seguida inicia-se a fase ativa ou termófila sendo caracterizada pelo intenso aumento de temperatura e atividade microbiana (BRITO, 2007).

Conforme o material orgânico vai sendo decomposto os níveis de temperatura começam a diminuir iniciando-se, assim, a fase de arrefecimento. É nesta fase que o composto adquire suas características como aspecto de húmus com coloração escura e de cheiro agradável (BRITO, 2007).

As duas primeiras etapas do processo de compostagem, onde ocorre a degradação da celulose, costumam durar de 30 a 60 dias dependendo do tipo de material vegetal utilizado, já a fase de estabilização e humificação demora mais 60 dias, completando então o ciclo de 120 dias para a conclusão do processo de compostagem (PEIXE; HACK, 2009). Vale ressaltar que este processo pode levar menos ou mais dias, dependendo dos materiais empregados, condições climáticas como temperatura, umidade e altitude do local onde é implantada a compostagem.

2.2.3 Umidade

A disponibilidade de água no processo de compostagem é um ponto muito importante e deve ser controlado, pois assim como baixos níveis de umidade são prejudiciais o excesso também causa problemas, dificultando ou até paralisando a ação dos microrganismos. O teor de umidade ideal é entre 50% a 60%. Se estes valores caem para em torno de 35% a 40% a ação

dos microrganismos é drasticamente reduzida e quando encontram-se abaixo dos 30% o processo de compostagem é interrompido (BRITO, 2007).

Níveis de umidade muito elevados também não são recomendados. Quando o teor de umidade está acima de 65% o processo de compostagem é retardado, além de causar características indesejáveis como, por exemplo, maus odores devido à ocorrência de áreas de decomposição anaeróbia no interior da pilha e lixiviação de nutrientes (BRITO, 2007).

A umidade exerce efeito direto sobre o processo de compostagem, principalmente no desenvolvimento dos microrganismos e também de forma indireta interfere na temperatura da pilha de compostagem (VALENTE *et al.*, 2009). O ideal é iniciar o processo de compostagem com teor de umidade acima de 55%. Situações em que o teor de umidade do material está abaixo deste valor deve-se proceder com a irrigação das camadas enquanto é montada a pilha, e quando a pilha já está montada a rega deve ser feita junto com o processo de revolvimento para que todo o material tenha um percentual de umidade adequado e homogêneo (BRITO, 2007). Já quando os teores de umidade estão acima do ideal, podem ser realizados procedimentos como injeção de ar ou adição de material seco na leira (MASSUKADO, 2008).

Oliveira, Sartori e Garcez (2008), verificaram que a maior velocidade de decomposição do material orgânico ocorre quando os teores de umidade encontram-se entre 40% e 60%. Em teores de umidade entre 30% e 40% os resultados da compostagem foram satisfatórios apesar de demandarem de mais tempo até a conclusão do processo. Em teores de umidade entre 20% e 30% o processo de compostagem ainda se manteve ativo, porém, a decomposição dos materiais ocorreu de forma bastante lenta e também resultou no desprendimento dos materiais particulados durante o processo de revolvimento. Já quando a umidade esteve acima dos 60% a compostagem passou a ocorrer de forma anaeróbia ocasionando a produção de chorume e maus odores, além de impedir a ocorrência da fase termófila que é importante para o controle dos organismos patogênicos.

O teor de umidade pode afetar diretamente a atividade dos microrganismos no processo de compostagem, conseqüentemente a temperatura e o tempo de compostagem, portanto se faz necessário realizar o monitoramento da umidade da pilha (SOARES *et al.* 2016). Há uma técnica bem prática que pode ser realizada, ela consiste em pegar um pouco do material do interior da pilha de compostagem com a mão e comprimir com força, quando o teor de umidade for adequado a água começa a verter entre os dedos, porém não chega a escorrer (NUNES, 2009).

2.2.4 Aeração

Conforme a disponibilidade de oxigênio a compostagem pode ser classificada em aeróbia e anaeróbia. No processo de compostagem aeróbio o material orgânico é decomposto com a presença de oxigênio e a partir do metabolismo dos microrganismos é gerado CO₂, H₂O e energia (calor). No processo de compostagem anaeróbia, ocorre a decomposição dos materiais orgânicos na ausência de oxigênio originando subprodutos como metano, CO₂ e maus odores. Além disso o processo de compostagem aeróbia é mais rápido se comparado ao processo anaeróbico (VALENTE et al. 2009).

Durante o processo de compostagem a demanda por O₂ é grande, e caso este venha a se tornar um fator limitante, os microrganismos podem apresentar dificuldades na degradação do material orgânico, prolongando assim o tempo de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999). Desta forma, uma boa aeração do material é de grande importância para uma compostagem eficiente e rápida.

A aeração da pilha de compostagem pode ser feita através do revolvimento e pela manutenção dos teores de umidade ideais.

O processo de revolvimento pode ser feito com auxílio de uma pá ou enxada, sendo realizado pela primeira vez cerca de 20 dias após a montagem da pilha. Além de oxigenar o material, o revolvimento intensifica a ação dos microrganismos elevando então a temperatura (NUNES, 2009).

Oliveira, Sartori e Garcez (2008), recomendam pelo menos 3 revolvimentos da pilha de compostagem. O primeiro revolvimento deve ser realizado 15 a 20 dias após a montagem da pilha. Esta fase inicial da compostagem requer bastante atenção, pois a ação dos microrganismos é bastante intensa, portanto, necessita de boa disponibilidade de oxigênio.

Um segundo revolvimento pode ser realizado 15 dias após o primeiro. A partir daí inicia-se o processo de diminuição da temperatura e estabilização do composto. Já o último revolvimento pode ser realizado na fase final da compostagem, aproximadamente 10 semanas após o início do processo e tem como finalidade fazer uma última incorporação de oxigênio ao composto (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Essas recomendações de revolvimento devem ser realizadas em casos em que o processo de compostagem segue de forma estável, porém, deve se atentar as condições de umidade e temperatura da pilha e realizar o revolvimento sempre que algum dos parâmetros estiver fora das condições adequadas.

Uma boa oxigenação do material contribui para a ação dos microrganismos podendo acelerar o processo de compostagem, evitar a presença de moscas e a produção de odores, portanto, é importante que se tenha atenção a este fator principalmente na fase inicial do processo de compostagem, onde ocorre a rápida degradação do material e há intensa atividade microbiana. Já na fase de maturação do composto a atividade dos microrganismos é menos intensa e a necessidade de O₂ é menor (FERNANDES; SILVA,1999).

O método de revolvimento a ser utilizado vai depender do tamanho das leiras, da localização da compostagem, da mão de obra disponível e recursos, sendo então indicado a realização de revolvimentos manuais para pilhas de compostagem menores, já em pilhas maiores, o ideal é fazer uso de pá carregadeira ou equipamentos específicos para realizar o revolvimento (MASSUKADO, 2008).

2.2.5 Relação C/N

A relação C/N dos materiais usados é um fator importante, pois ela determina o equilíbrio dos nutrientes do substrato resultante ao final do processo de compostagem (FERNANDES; SILVA,1999). Os microrganismos fazem uso do carbono como fonte de energia e o nitrogênio para sintetizar proteínas, desta forma, a relação C/N está diretamente relacionada ao tempo necessário para a degradação dos resíduos (DUARTE, 2018).

A relação C/N ideal da mistura dos materiais usados na compostagem é considerada como 30/1, pois duas partes do carbono são liberadas em forma de CO₂ e assimilados pelos microrganismos para a produção de energia, a outra parte é usada em conjunto com o nitrogênio para a produção de novas células microbianas (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Os microrganismos utilizam então 10 moléculas de carbonos e uma de nitrogênio para a seu desenvolvimento, porém são necessárias mais 20 moléculas de carbono para produzir energia, desta forma com a relação C/N de 30/1 não há excesso nem falta destes elementos (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Segundo Fernandes e Silva (1999), uma relação C/N ótima situa-se em torno de 30/1, porém na prática ela pode variar de 20 a 70 dependendo da biodegradabilidade do material usado. Quando a relação C/N for muito elevada pode tornar o processo de compostagem mais demorado, devido à insuficiência de nitrogênio para a sintetização de proteínas pelos microrganismos (COTTA *et al.*, 2015). Porém, independentemente da relação C/N no início do processo de compostagem, ao final dela ela deverá estabilizar em valores entre 10 e 20 carbonos para 1 nitrogênio (FERNANDES; SILVA, 1999).

Quando um material usado apresenta relação C/N muito baixa como por exemplo, em torno de 5 e 11 ele deve ser misturado com outros materiais que sejam ricos em carbono e pobres em nitrogênio, de forma que o resultado final da mistura apresente relação C/N em torno de 20 a 30 (FERNANDES; SILVA, 1999).

Uma boa relação C/N pode ser obtida através da mistura de diferentes materiais orgânicos, sendo que alguns devem possuir maior quantidade de carbono e outros menores (DUARTE, 2018). Em situações onde a relação C/N da mistura dos materiais é muito baixa pode ocorrer a perda de até 50% do nitrogênio durante o processo de compostagem (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Materiais com distintas relações C/N podem apresentar períodos de compostagem diferentes. Matos et al. (1998), identificaram que quando a compostagem é realizada com águas residuais de suinocultura como fonte de nitrogênio, mas com diferentes materiais fornecedores de carbono, os períodos até a finalização do processo de compostagem podem ser alterados, apresentando diferenças de até 30 dias entre os materiais testados.

O processo de compostagem leva em torno de 90 a 120 dias para ser concluído, mas este período pode variar bastante dependendo de vários fatores, mas sendo a relação C/N o principal determinante (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

2.2.6 Acidez da pilha de compostagem

Os principais materiais utilizados em compostagem apresentam natureza ácida, e a fase inicial do processo de compostagem também cria um ambiente ácido devido ao início do processo de decomposição e produção de ácidos orgânicos (VALENTE et al., 2009).

O pH é um parâmetro que se deve atentar na execução da compostagem, pois ele influencia nas atividades metabólicas dos microrganismos que requerem níveis específicos para se desenvolverem adequadamente. Caso os níveis de pH não sejam ideais os microrganismos não se desenvolvem de maneira adequada e eficiente, afetando todo o processo de compostagem (SOARES et al., 2016).

De acordo com Fernandes e Silva (1999), quando os materiais utilizados na compostagem apresentam pH próximo a neutralidade, o início da compostagem apresenta uma pequena queda no pH ficando em torno de 5,5 a 6,0. Esta queda é devido a produção de ácidos orgânicos. Ainda de acordo com os mesmos autores, quando a mistura apresentar pH 5,0 ou menor, podem haver problemas no desenvolvimento e atividade microbiana podendo impedir que o composto atinja a fase termófila. Porém quando a compostagem atinge a fase termófila

ocorre um grande aumento no pH, devido a hidrólise de proteínas e liberação de amônia podendo alcançar a alcalinidade com valores entre 7,5 e 9,0.

Conforme a material orgânico vai sendo consumido pelos microrganismos ocorre a liberação de ácidos, diminuindo o pH e favorecendo o desenvolvimento de fungos e a decomposição de celulose e lignina. Porém, caso houver escassez de oxigênio o pH pode descer a valores inferiores a 4,5 e o desenvolvimento dos microrganismos será prejudicado atrasando o processo de compostagem. Neste caso, pode ser realizado o revolvimento da pilha para que os parâmetros voltem ao normal (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Nas primeiras semanas de compostagem o pH do material encontra-se ácido, porém, com a evolução da decomposição dos materiais e com o passar das semanas estes valores tendem a aumentar chegando a neutralidade, indicando o final do processo conforme verificado por Soares et al. (2016). O composto final deve apresentar pH entre 6,0 e 7,0, sendo estes os valores ideais pois é nesta faixa que há maior disponibilidade dos nutrientes para as plantas (DAL BOSCO, 2017).

2.2.7 Características finais do composto

O composto é considerado pronto para ser usado quando não apresentar mais aquecimento e dispor de aparência homogênea, coloração escura e não for mais possível distinguir os materiais originais. Para que se possa analisar se o processo de humificação está completo pode-se pegar uma amostra do composto, umedecê-la e esfregá-la nas mãos, se o material estiver pronto o resultado será uma aparência gordurosa semelhante a graxa preta (SOUZA *et al.*, 2001).

Ao final do processo de compostagem ocorre uma perda de 30% a 70% do volume original da pilha dependendo do material utilizado (SOUZA *et al.*, 2001).

O composto finalizado pode ser avaliado a partir das suas características químicas, físicas e biológicas além de ser considerado também a porcentagem de umidade, temperatura, odor e cor. Um bom composto ainda deve apresentar boa porosidade, capacidade de reter água, densidade e textura adequadas. Estas são características que propiciam e possibilitam o crescimento vegetal (BRITO, 2007).

Compostos que não são totalmente curados podem prejudicar o desenvolvimento das plantas, devido à grande atividade microbiana que ele promoverá no solo, podendo induzir deficiências minerais causadas pela imobilização dos nutrientes, pois um composto que não

está curado pode continuar sendo processado pelos microrganismos no solo (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Para determinar se o composto está curado podem ser realizados testes biológicos com plantas mais sensíveis, uma vez que um composto insuficientemente curado pode apresentar fitotoxicidade e afetar negativamente o desenvolvimento destas plantas (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). A relação C/N também é bastante observada, sendo aceitável valores menores que 20/1, porém, em alguns casos, este valor pode ser maior mesmo que o composto esteja pronto, devido à presença de lignina no material utilizado (BRITO, 2007).

O composto estará curado cerca de 120 a 150 dias após o início do processo de compostagem, e deve apresentar no máximo 25% de umidade, pH maior que 6,0 e uma relação C/N entre 10/1 e 15/1 (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Brito (2007), ressalta ainda que além do pH próximo a neutralidade o composto deve apresentar capacidade de troca de cátions superior a 60 cmol kg⁻¹ de composto, a presença de bons níveis de nitrato também pode indicar que a maturação foi alcançada.

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae e apresenta ciclo anual sendo uma das hortaliças mais consumidas no Brasil (IBGE, 2020). A maioria das cultivares apresentam bom desenvolvimento em climas frios e úmidos e são afetadas pela ocorrência de temperaturas mais elevadas resultando no adiantamento do ciclo, ocorrência de plantas menores e adiantamento do pendoamento (HENZ; SUINAGA, 2009).

Nos últimos anos vêm sendo criadas novas variedades de alface, proporcionando assim maior diversidade aos consumidores. No Brasil, as cultivares mais conhecidas são a alface crespa e lisa com variedades adaptadas para serem cultivadas durante verão e em condições de maiores temperaturas e maiores pluviosidades (HENZ; SUINAGA, 2009).

Os aspectos climáticos, nutricionais, qualidade do substrato, tipo de material onde serão produzidas as mudas, qualidade da água para irrigação, controle de irrigação, controle de doenças e pragas, tempo ideal para realizar o transplante e a qualidade das sementes são alguns dos fatores que definirão a qualidade das mudas produzidas (NASCIMENTO; SILVA; CANTLIFFE, 2016).

O local onde ficam dispostas as bandejas que comportarão as mudas após realizado o processo de semeadura das sementes é de grande importância. As bandejas devem ser colocadas em bancadas elevadas e ripadas, para permitir a ventilação da parte inferior das bandejas

ocorrendo assim a poda aérea das raízes, estimulando dessa forma, o desenvolvimento delas no interior da célula aumentando assim o volume radicular (NUNES; SANTOS, 2007).

A produção das mudas de hortaliças é uma parte muito importante para ter bons resultados na produção. Para que se tenha mudas de qualidade e obter sucesso nessa etapa da produção, é necessário a utilização de substratos de boa qualidade, que possam proporcionar boa retenção de água, trocas gasosas e fornecer nutrientes (LEAL et al. 2009).

2.3.1 O substrato

O tamanho de partículas do substrato deve ser adequado, pois se forem muito pequenas podem compactar mais facilmente e dificultar a oxigenação das raízes das mudas. Por outro lado, de forma geral, partículas muito grandes também não são adequadas pois nesse caso o substrato não irá ter um bom contato com as raízes (REIS, 2007). Se ocorrerem falhas na etapa de produção das mudas as plantas podem apresentar problemas de formação tornando-se debilitadas, acarretando problemas futuros como alongamento do ciclo produtivo ou até perdas de produção (NASCIMENTO; SILVA; CANTLIFFE, 2016).

Conseguir alcançar o equilíbrio entre aeração e retenção de água pelo substrato é um grande desafio, pois o substrato além de fornecer fixação para as mudas, deve disponibilizar nutrientes e permitir trocas gasosas pelas raízes (LESKOVAR; SHARMA, 2016).

No mercado encontram-se uma grande variedade de substratos comerciais, que são recomendados para diferentes espécies, geralmente suas formulações e propriedades e também o seu desempenho no cultivo das espécies não é muito conhecido.

2.3.2 Irrigação

A irrigação das mudas deve ser realizada duas vezes por dia em condições de temperaturas elevadas e, pelo menos, uma vez ao dia em condições de tempo nublado. Porém, a umidade deve ser constantemente monitorada para evitar o excesso ou a falta de água. Também, é ideal que a irrigação seja realizada na primeira parte do dia, para que as folhas das mudas consigam secar evitando assim o surgimento de doenças que venham a comprometer sua qualidade (LESKOVAR; SHARMA, 2016).

A água disponível é mais importante de se considerar do que a capacidade total de retenção do substrato. Quando as mudas são produzidas em bandejas, a água disponível é aquela que a muda é capaz de absorver entre o momento em que termina uma irrigação até o início da

próxima. Em um substrato ideal, 90% de todo o volume da célula deve ser ocupado por espaço poroso, destes, 65% devem ser ocupados por água e 25% por ar (LESKOVAR; SHARMA, 2016).

No momento do transplante, as mudas podem apresentar dificuldades de adaptação devido a abrupta mudança de condição de disponibilidade de água. Para evitar esses problemas, o ideal é alterar o manejo de irrigação na última semana antes das mudas serem transplantadas para seus canteiros definitivos.

Geralmente os produtores realizam uma diminuição da quantidade de regas nesse período. Desta forma, é possível controlar o crescimento da parte aérea das mudas, possibilitando alterar o comportamento dos estômatos e o estado da água das mudas. Outro método é aumentar a exposição das mesmas a luz solar e ao vento a fim de induzir o aumento da espessura da cutícula das folhas (LESKOVAR; SHARMA, 2016).

2.3.3 Transplântio das mudas

A idade de transplântio das mudas é um ponto muito importante, pois como o espaço dentro de onde elas são produzidas é bastante limitado, a permanência de muito tempo nessas condições pode comprometer o desenvolvimento da planta a campo. No geral, para a alface em condições de temperatura entre 20 °C e 25 °C, o tempo ideal para realizar o transplântio é de 3 a 4 semanas após a realização da sementeira, neste período ela deve apresentar em torno de 4 a 5 folhas (MADEIRA; SILVA; NASCIMENTO, 2016).

Portanto, o momento ideal de transplante é influenciado pela qualidade das sementes, manejo nutricional, uniformidade das condições do viveiro e pelo controle da irrigação. Esses fatores em conjunto determinarão a uniformidade e qualidade das mudas produzidas (MADEIRA; SILVA; NASCIMENTO, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 REALIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM

A compostagem foi realizada em uma propriedade rural do município de Guarani das Missões/RS, localizada na latitude 28° 06' 48'' S e longitude 54° 36' 20'' O. O local possui uma altitude de 242 m em relação ao nível do mar. O clima do município é classificado como Cfa de acordo com a Classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

A montagem da pilha foi realizada sob área coberta, no dia 23 de junho de 2020 e o término do processo de compostagem ocorreu no dia 15 de dezembro de 2020. Desta forma o processo de compostagem durou 175 dias. A temperatura média do período foi de 19,76°C.

Os materiais utilizados na compostagem foram, resíduos de poda de Pata-de-Vaca (*Bauhinia forficata*) incluindo galhos finos e folhas, (Figura 1), esterco de galinhas poedeiras e esterco de bovinos. Para a montagem da pilha de compostagem, foi utilizado apenas resíduos de poda e esterco de galinha, na proporção de 3 partes de resíduo de poda para 1 parte de esterco. Durante a montagem da pilha foram alternadas camadas de resíduos de poda com camadas de esterco, utilizado no total 150 kg de resíduo de poda e 50 kg de esterco de galinha. Posteriormente, 100 dias após o início do processo de compostagem, adicionou-se 50 kg de esterco bovino a pilha para renovar as fontes de nitrogênio para os microrganismos.

Figura 1 - Partes da planta de Pata-de-Vaca utilizadas na compostagem, Guarani das Missões, 2020.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A temperatura da pilha foi monitorada diariamente com uso de um vergalhão de ferro enterrado. Sempre que ele ficava quente a ponto de impedir de ser segurado, era realizado o revolvimento do material (BORGES, 2018). Posteriormente, quando a intensidade da ação dos microrganismos diminuiu e o aquecimento passou a ser menos intenso, o revolvimento era realizado a cada 15 dias para assegurar a oxigenação do material.

A manutenção dos níveis de umidade da pilha foi realizada de forma manual. Era coletada uma amostra do material com a mão e pressionada entre os dedos, o ponto ideal de umidade era quando começar a verter a umidade entre os dedos, porém não podendo chegar ao ponto de escorrer, sendo este o indicativo que a umidade da pilha está em torno de 60% (NUNES, 2009).

Após a finalização do processo de compostagem, material resultante foi peneirado em uma peneira de malha 3 mm, para separar as partículas grosseiras do composto. Foi coletada uma amostra do composto produzido, e do substrato Maxfertil® e ambas encaminhadas para a realização da análise química, onde foi determinado o pH, matéria orgânica, umidade, relação C/N, carbono orgânico, condutividade elétrica e nutrientes (K₂O, P₂O₅, N, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn).

3.2 TESTE DE ALELOPATIA EM LABORATÓRIO

O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus* Cerro Largo. Inicialmente foi realizada a determinação do percentual de umidade do composto produzido, através de coletas de amostras homogêneas que foram levadas para estufa de secagem estática, a uma temperatura constante de 65 °C por 72 horas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos de diferentes concentrações de extrato aquoso do composto de pata-de-vaca (100%, 75%, 50%, 25%, 10% e 0%) e realizadas 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Para o preparo do extrato bruto aquoso foi corrigido o percentual de umidade e utilizado o equivalente a 200 gramas do composto seco. O percentual de umidade presente no composto foi diminuído da quantidade de 1 litro de água destilada adicionada. Em seguida, a água destilada e o composto foram triturados em um liquidificador por 1 minuto para homogeneizar a mistura, posteriormente realizou-se a filtração para separar a fração sólida da fração líquida.

Após a filtração foi obtido o extrato aquoso na concentração de 83% e a partir dele, feitas as diluições através da adição de água destilada para obtenção das concentrações de 75%,

50%, 25% e 10%, para o tratamento testemunha, foi utilizado apenas água destilada. Na Figura 2 é representado os tratamentos adotados.

Figura 2 – Caixas gerbox utilizadas no teste de germinação contendo as concentrações de 0%, 10%, 25%, 50%, 75% e 100% de extrato aquoso, Cerro Largo, 2021.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Após realizadas as diluições, o extrato aquoso foi depositado sobre 2 folhas de papel germitest previamente colocado nas caixas gerbox. A quantidade de extrato aquoso adicionada foi de 6 ml. Em seguida se distribuiu 25 sementes peletizadas de alface da cultivar BRS Mediterrânea em cada caixa gerbox. As caixas foram fechadas e levadas para a câmara de germinação BOD previamente ajustada para fornecer 12 horas de fotoperíodo e temperatura constante de 20 °C, onde, permaneceram por 7 dias e posteriormente foi realizada a avaliação (BRASIL, 2009).

Com o auxílio de uma régua, foi avaliado o comprimento de radícula, parte aérea e de plântula, foi avaliada também a germinação, sendo consideradas plântulas germinadas aquelas que apresentaram pelo menos 2 milímetros de comprimento de radícula.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de significância no Software SISVAR e as regressões realizadas no Microsoft Excel.

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE

O estudo foi conduzido no viveiro da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus Cerro Largo*, localizado na latitude 28° 08' 32" S e longitude 54°45' 42" O. A altitude em relação ao nível do mar é de 260 m. O clima do município é classificado como Cfa de acordo com a Classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013).

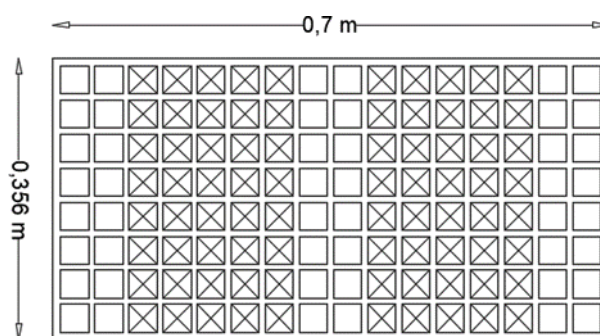
O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com 6 tratamentos onde foram usadas diferentes proporções de mistura de composto de Pata-de-vaca e substrato comercial Maxfertil® em 4 blocos totalizando 24 unidades experimentais.

O experimento foi conduzido entre os dias 15 de fevereiro e 07 de março de 2021. A temperatura média do período foi de 24,9°C. Foram utilizadas 6 misturas de diferentes concentrações do composto produzido a partir dos resíduos de poda de Pata-de-vaca e Substrato Comercial Maxfertil®. Foi descontado o percentual de umidade do composto e do substrato comercial, determinado previamente através da secagem em estufa a 65 °C por 72 horas, considerando-se então para a mistura apenas a massa seca de ambos. Os tratamentos adotados eram constituídos de diferentes concentrações de composto de Pata-de-Vaca, 100%, 75%, 50%, 25%, 10% e 0% no qual usou-se apenas o substrato Maxfertil®.

O composto e o substrato foram misturados homogeneamente, parcialmente umedecidos e colocados nas bandejas deixando-as preparadas para receberem as sementes.

A semeadura foi realizada manualmente em bandejas de polietileno de 128 células que foram divididas para possibilitar a implantação de 2 unidades experimentais em cada (Figura 3). Foram semeadas 40 sementes peletizadas de alface da cultivar BRS Mediterrânea em cada unidade experimental..

Figura 3 - Croqui representativo da divisão das unidades experimentais em bandeja de polietileno com 128 células.



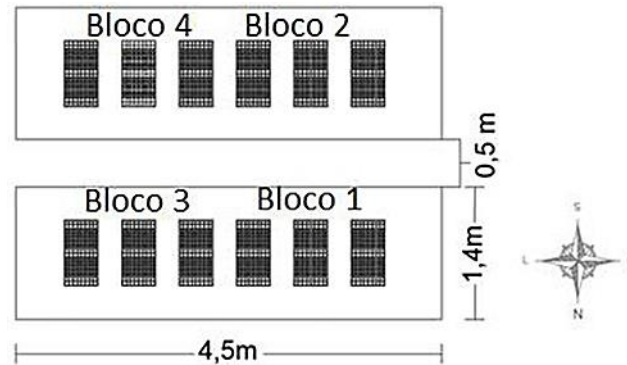
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Após realizada a semeadura, as sementes foram cobertas por uma fina camada de substrato referente a cada tratamento. As bandejas foram cobertas com tecido, irrigadas e empilhadas para manter a umidade e facilitar a germinação das sementes, permanecendo desta forma por 48 horas até sua distribuição nas bancadas.

As bandejas foram distribuídas aleatoriamente nas bancadas de acordo com os blocos, 6 bandejas e 2 blocos em cada bancada com as bandejas espaçadas a 35 centímetros uma da

outra (Figura 4). Sobre as bancadas foi montada uma estrutura com plástico transparente para proteger os tratamentos da ação da chuva. A irrigação foi realizada diariamente, de forma manual e na parte da manhã, até saturar o substrato, em dias muito quentes eram realizadas duas regas, buscando-se manter um nível de umidade suficiente para o desenvolvimento das mudas.

Figura 4 - Croqui da distribuição dos tratamentos sobre a bancada, Cerro Largo, 2021.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O acompanhamento do desenvolvimento das mudas foi realizado diariamente por um período de 20 dias após a semeadura. Posteriormente, realizada a avaliação da massa fresca e massa seca de parte aérea, raiz e planta inteira. A avaliação da germinação foi realizada nos primeiros 5 dias após a implantação do experimento.

Para a realização das avaliações foram sorteadas 20 mudas de cada tratamento, realizada a lavagem das raízes para retirada do substrato e deixadas sobre papel toalha para remover o excesso de umidade. Em seguida, a parte aérea e raízes foram pesadas em balança de precisão para determinar a massa fresca. Posteriormente, a parte aérea e raízes foram dispostas em estufa de secagem estática a 65° C por 72 horas para determinação da massa seca.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de significância no Software SISVAR e as regressões realizadas no Microsoft Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANALISE DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA

O composto produzido a partir dos resíduos de poda de poda de pata-de-vaca, apresentou quantidades superiores dos macronutrientes em relação ao substrato comercial Maxfertil® (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado da análise química do composto de Pata-de-vaca e do substrato comercial Maxfertil®, Cerro Largo, 2021.

Características Avaliadas	Substrato Maxfertil	Composto de Pata-de-Vaca
K ₂ O (%)	0,67	1,06
pH	5,40	7,80
Mat. Org. (%)	68,70	45,40
Umidade (%)	51,60	44,30
Relação C/N	99,50	11,40
P ₂ O ₅ (%)	1,28	2,00
Cond. Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,05	0,26
N (%)	0,40	2,30
Ca (%)	1,59	9,00
Mg (%)	0,30	1,45
S (%)	0,40	0,42
Cu (mg Kg ⁻¹)	63,00	100,00
Fe (mg Kg ⁻¹)	21400,00	20100,00
Mn (mg Kg ⁻¹)	410,00	900,00
Zn (mg Kg ⁻¹)	77,00	400,00
Carbono Orgânico (%)	39,80	26,30

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O valor de pH 7,8 alcançado pelo composto indica que ele estava maturado, comprovando assim que o processo de compostagem foi eficiente e estava apto a ser utilizado como substrato. De acordo com Matos (2015), a faixa aceitável de pH de um substrato maturado encontra-se entre 6,0 e 8,0. Por outro lado o substrato comercial Maxfertil®, não estava completamente maturado, pois seu pH encontrava-se em 5,4 e com uma relação C/N de 99,5, o que é um valor bastante alto.

Dentre os atributos químicos avaliados, destacou-se os valores de Ca que foram 5,6 vezes superiores ao substrato comercial. Isto ocorreu em função do uso do esterco de galinhas poedeiras, que recebem em sua dieta quantidades mais elevadas de Cálcio para atender suas

exigências nutricionais (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA, 2016).

Quanto aos níveis dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg, e outros parâmetros analisados, estes encontram-se adequados à exigência da normativa N° 61, de 06 de julho de 2020, estabelecida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Tabela 2).

Tabela 2 – Relação de parâmetros mínimos exigidos para composto orgânico pela normativa N° 61 de 06 de julho de 2020 e valores alcançados pelo composto de Pata-de-vaca.

Parâmetro	Valor exigido	Valor alcançado
Umidade (%) (máx..)	50,00	44,30
pH (min.)	6,00	7,80
K ₂ O (%) (min.)	1,00	1,06
P ₂ O ₅ (%) (min.)	1,00	2,00
N (%) (min.)	1,00	2,30
Ca (%) (min.)	1,00	9,00
Mg (%) (min.)	1,00	1,45

Fonte: adaptado da Portaria N° 61 de 06 de julho de 2020, (2022).

A condutividade elétrica (CE) dos substratos apresenta grande importância para o desenvolvimento da espécie cultivada, pois, quando o valor de CE do substrato está fora do valor ideal para determinada espécie, as mudas podem apresentar problemas em seu desenvolvimento. No caso da cultura da alface, valores de CE superiores a 0,8 mS cm⁻¹ podem ser prejudiciais para o desenvolvimento das mudas, podendo afetar negativamente a absorção de nutrientes e água (JORGE *et al.*, 2020). Com base nisso, pode-se dizer que a CE do composto apresentou-se abaixo do valor máximo recomendado para a cultura da alface.

Com base nos resultados obtidos ao final da compostagem dos resíduos de poda de pata-de-vaca, verificou-se que este enquadra-se para ser utilizado como substrato para cultivo de plantas comerciais. Além disso, ele apresenta teores nutricionais adequados, capazes de proporcionar um bom desenvolvimento da cultura cultivada.

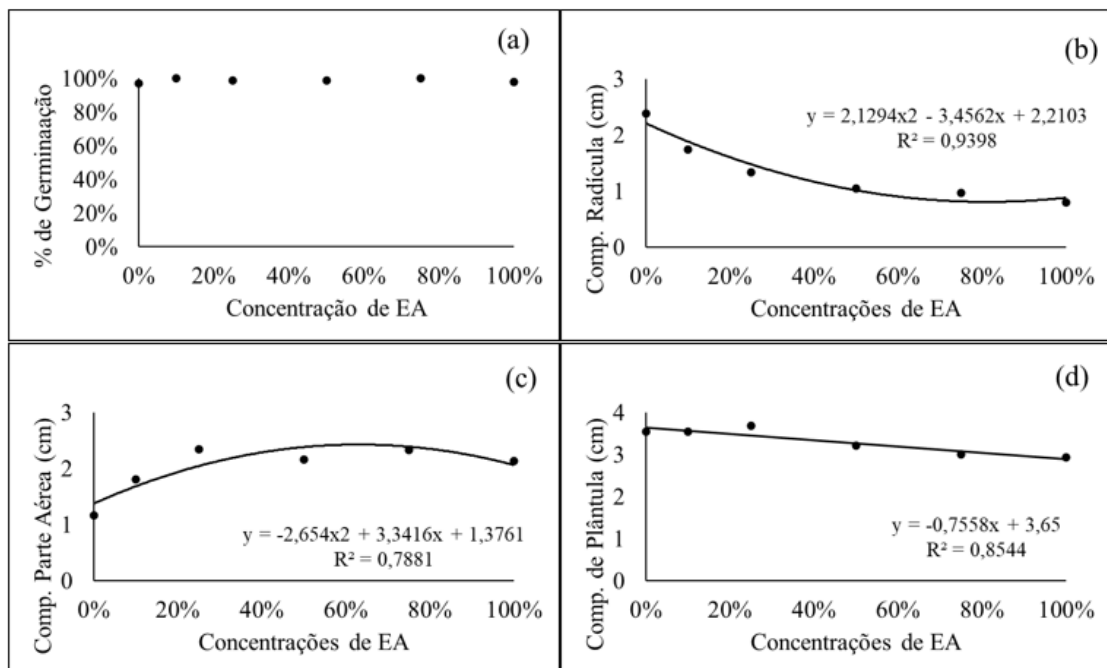
4.2 EFEITOS ALELOPÁTICOS DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA EM ALFACE

As diferentes concentrações de extrato aquoso do composto de pata-de-vaca não afetaram a germinação das sementes de alface, variando de 97% a 100%, (Figura 5a), com um CV de 2,90% (Tabela 3), indicando que o uso do composto não apresentou alelopatia na germinação das sementes.

Os resultados são positivos se comparado ao trabalho realizado por Rohrig *et al.* (2019), onde foi avaliado a germinação de sementes de alface em diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de Pata-de-vaca. Os autores observaram uma redução de 59% da germinação na dose máxima do extrato. Resultado este, que não ocorreu com os resíduos submetidos ao processo de compostagem, sugerindo que o procedimento de compostagem pode ser utilizado para neutralizar os efeitos alelopáticos encontrados na planta in natura.

Gusmão e Ripp (2016), avaliaram a fitotoxicidade de diferentes compostos orgânicos, com diferentes níveis de maturação sobre a germinação de sementes de alface, e encontraram efeito fitotóxico nos compostos que não estavam completamente maturados, resultando na inibição da germinação das sementes. Tal resultado não foi identificado neste trabalho, uma vez que a porcentagem de germinação das sementes foi bem alta e semelhante em todos os tratamentos, mesmo nas maiores concentrações de EA, indicando que o composto encontrava-se maturado e pronto para ser utilizado no cultivo de alface.

Figura 5 - Gráficos dos resultados obtidos na avaliação de efeito alelopático e de fitotoxicidade do composto, Cerro Largo, 2021.



Fonte: elaborado pelo autor, (2022).

Tabela 3 - Resultados obtidos de germinação (GER%), comprimento de radícula (CRA), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento da plântula inteira (CPL) do experimento conduzido em laboratório, Cerro Largo 2021.

Tratamentos	GER (%)	CRA (cm)	CPA (cm)	CPL (cm)
0%	97	2,39	1,16	3,55
10%	100	1,74	1,81	3,55
25%	99	1,34	2,35	3,69
50%	99	1,05	2,16	3,2
75%	100	0,97	2,33	3,01
100%	98	0,79	2,13	2,93
CV (%)	2,9	10,77	11,9	10,17
P-value	0,6548	0,0000	0,0000	0,0207

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Apesar de não ter sido observado diferença na germinação das sementes o comprimento de radícula e parte aérea apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Quanto ao comprimento de radícula das plântulas, houve diferença significativa entre os tratamentos, podendo ser observado que conforme foi aumentada a concentração do extrato aquoso (EA), o comprimento de radícula foi diminuindo linearmente do tratamento testemunha até o que continha 25% de EA, nos demais, apresentou-se uma tendência de estabilização no tamanho de radícula (Figura 5b).

Quanto ao comprimento de parte aérea das plântulas, ao analisar a Figura 5c pode ser observado que houve menor desenvolvimento da parte aérea apenas no tratamento testemunha, os demais tratamentos apresentaram maiores valores e tendência de estabilidade (Tabela 3).

No tamanho total de plântula, (radícula + parte aérea),(Figura 5d) foi observado um comprimento maior das plântulas dos tratamentos com as menores concentrações do EA. Porém esse resultado, se deve ao fato do tamanho de radícula ser bastante superior nesses mesmos tratamentos, superando por tanto os outros tratamentos.

Ao comparar os resultados com trabalhos que avaliaram o efeito alelopático da *Bauhinia* sp. os resultados encontrados em laboratório são muito promissores. Rohrig *et al.* (2019), ao conduzirem um experimento no qual avaliou o efeito do extrato aquoso de folhas de *Bauhinia forficata* sobre a germinação de sementes de alface, identificou que os níveis de germinação, comprimento de plântula e massa fresca das plântulas foram afetados negativamente conforme foram sendo aumentadas as concentrações do extrato aquoso.

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que o processo de compostagem é capaz de solucionar os problemas causados pelo efeito alelopático da utilização dos resíduos de

poda de pata-de-vaca in natura na alface, bem como esse tipo de material permite um processo de compostagem eficiente, resultando em um composto bem maturado e com potencial de ser utilizado no cultivo de alface.

4.3 USO DO COMPOSTO DE PATA-DE-VACA NO CULTIVO DE MUDAS DE ALFACE

Nas avaliações do desenvolvimento das mudas de alface, a germinação das sementes não foi afetada pelos diferentes níveis de concentração do composto de pata-de-vaca. Houve diferenças mais expressivas principalmente na massa fresca de raízes e parte aérea das mudas, apresentando tendência de aumento linear da biomassa conforme aumentava-se a concentração do composto de pata-de-vaca. Todas as variáveis analisadas, exceto a germinação, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, e o CV obtido pela análise estatística das variáveis analisadas é considerado adequado (Tabela 4).

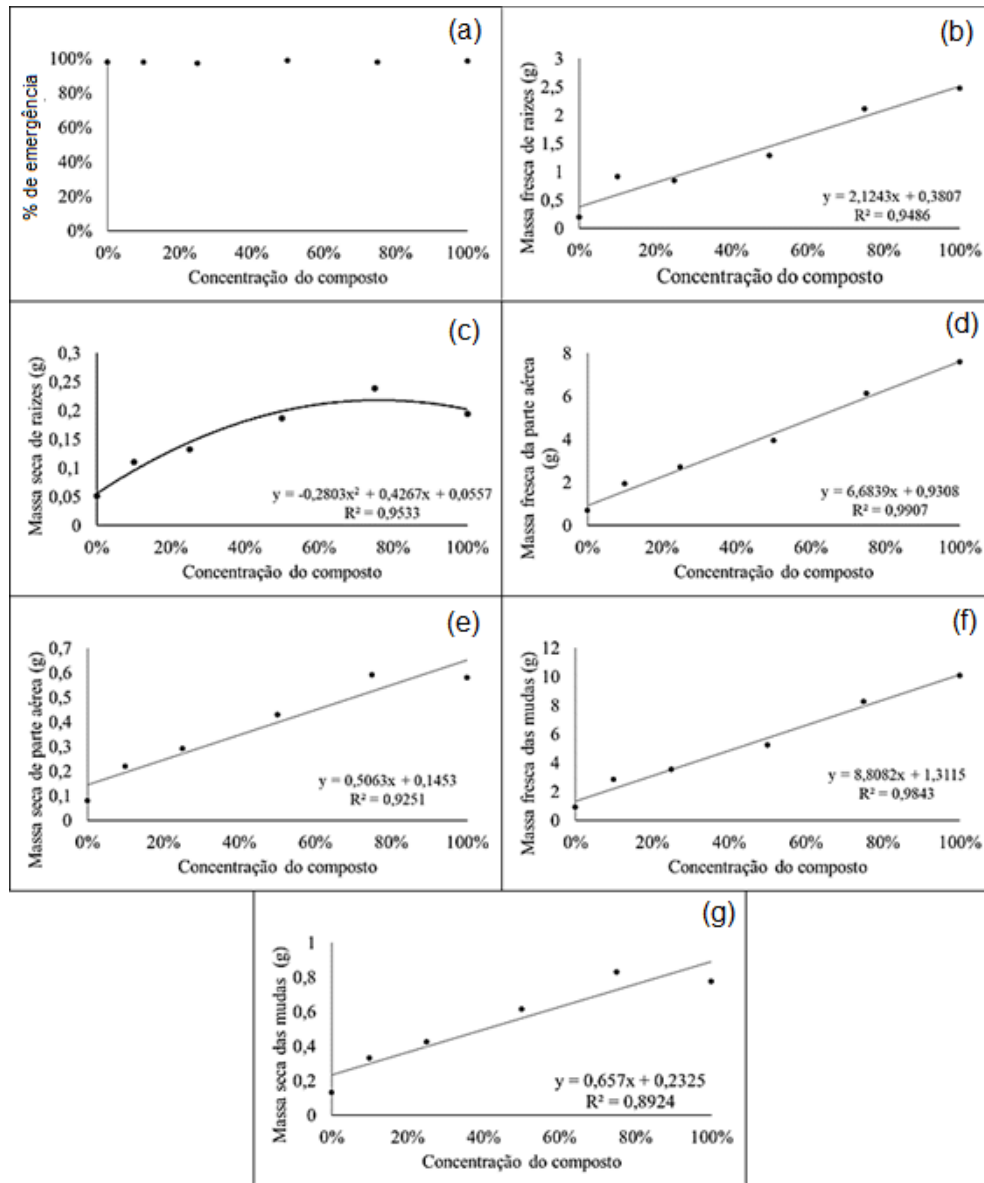
Tabela 4 - Resultados obtidos de emergência (EMG), massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca das mudas (MFM) e massa seca das mudas (MSM), Cerro Largo, 2021.

Tratamentos	EMG (%)	MFR (g)	MSR (g)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFM (g)	MSM (g)
0%	98	0,19	0,05	0,70	0,08	0,90	0,13
10%	98	0,91	0,11	1,92	0,22	2,83	0,33
25%	97	0,84	0,13	2,69	0,29	3,53	0,42
50%	99	1,29	0,19	3,93	0,43	5,22	0,62
75%	98	2,11	0,24	6,14	0,59	8,25	0,83
100%	99	2,47	0,19	7,59	0,58	10,06	0,77
CV (%)	1,53	22,33	20,99	22,78	22,30	24,33	20,61
P-value	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A emergência das plântulas iniciou-se a partir do segundo dia após a realização da semeadura, tendo o valor máximo de plantas emergidas após dois dias. Na avaliação dos resultados de emergência, não houve diferença entre os tratamentos (Figura 6a), com o valor mínimo de 96,88% e máximo de 98,75% de sementes germinadas, e com um CV de 1,53% (Tabela 4).

Figura 6 - Gráficos dos resultados obtidos do experimento conduzido em casa de vegetação, Cerro Largo, 2021



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A massa fresca de raízes (Figura 6b), apresentou resultado positivo, uma vez que, conforme foi sendo aumentada a concentração do composto de pata-de-vaca, a massa de raízes também aumentou, apresentando um comportamento linear.

A massa fresca de raízes pode ter sido superior no tratamento que continha 100% de composto, pois substratos orgânicos possuem maior capacidade de retenção de umidade e disponibilização de maior quantidade de nutrientes, por tanto as células das raízes encontravam-se mais turgidas, apresentando uma diferença mais expressiva entre os tratamentos. (PAIVA *et al.*, 2011).

Quanto ao resultado de massa seca das raízes foi observado um aumento na massa de raízes nos tratamentos com maior concentração do composto principalmente nos tratamentos que continham 50% e 75%, (Figura 6c) indicando assim, que a maior disponibilidade de nutrientes possibilitou um maior desenvolvimento das raízes das mudas.

A massa seca das raízes, foi semelhante nos tratamentos que continham maior concentração do composto de pata-de-vaca (Figura 6c). O tratamento que continha 75% de composto que apresentou o maior valor de massa de raízes com 0,2391 g de, enquanto que o tratamento que continha somente substrato comercial Maxfertil® apresentou apenas 0,0518g de raízes (Tabela 4).

Os níveis de nutrientes eram maiores nos tratamentos que continham maiores concentrações de composto de pata-de-vaca, isso possibilitou melhor desenvolvimento do sistema radicular, dessa forma, a massa seca das raízes não diferenciou tanto assim nesses tratamentos. Resultado semelhante foi observado por Monteiro *et al.* (2012), onde os resultados de massa fresca de raízes das mudas de alface foram superiores com a utilização de composto orgânico em relação ao uso de substrato comercial, porém o comprimento de raízes foi superior com o uso do substrato comercial, devido a menor retenção de água, sobrando maior espaço livre para o desenvolvimento das raízes.

Isso explica os resultados encontrado, onde a massa fresca de raízes foi superior no tratamento que continha apenas o composto de pata-de-vaca, devido maior capacidade de retenção de água do substrato e resultando em maior turgidez das raízes. Já nas misturas do composto com substrato comercial, havia maior porosidade, permitindo que as raízes desenvolvessem mais em tamanho, resultando em maior quantidade de biomassa, desta forma houve maior acúmulo de biomassa no tratamento que possuía 75% de composto de pata-de-vaca em relação ao que possuía 100% de composto. Porém como a retenção de umidade era menor, as raízes não encontravam-se tão turgidas no momento da avaliação.

Em relação a massa fresca da parte aérea das mudas, pode ser observado um resultado semelhante ao encontrado com a massa de raízes, um ganho de massa fresca linear conforme foi sendo aumentada a concentração do composto de Pata-de-vaca (Figura 6d). Em relação a massa seca, o acúmulo de biomassa foi crescendo linearmente até a concentração de 75% e no tratamento que continha 100% de composto houve a tendencia de estabilizar, (Figura 6e).

O pH pode interferir também na capacidade de absorção dos nutrientes e consequentemente no acúmulo de biomassa. Loureiro *et al.* (2006), avaliaram o desenvolvimento de mudas de alface e beterraba com diferentes substratos, e identificaram que mesmo substratos com maior qualidade nutricional, não resultaram em melhor

desenvolvimento das mudas, e atribuíram tal resultado ao pH. Este quando muito elevado, pode prejudicar a absorção dos nutrientes pela planta e limitando assim seu desenvolvimento.

Isso pode explicar também o motivo do tratamento onde foi utilizado apenas o composto de Pata-de-Vaca ter valores inferiores de massa seca de raízes e de parte aérea pois como o pH era 7,8 pode ter limitado a absorção de nutrientes, mesmo que eles estivessem em maiores concentrações do que nos demais tratamentos. Já quando foi feita a mistura do composto com o substrato comercial, o pH baixou um pouco e possibilitou a melhor absorção de nutrientes pelas mudas de alface resultando em maior acúmulo de biomassa.

Ao analisar a massa da planta inteira, contabilizando tanto a parte aérea quanto as raízes, pode ser observado um ganho de massa linear conforme foi sendo aumentada a concentração do composto em relação ao substrato comercial (Figura 6f), indicando um efeito positivo na utilização do composto produzido. Tal resultado ainda é confirmado com os valores de massa seca da planta inteira (Figura 6g), onde houve um acúmulo de biomassa linear até o tratamento que continha 75% de composto de pata-de-vaca, e uma leve diminuição de biomassa no tratamento que continha apenas o composto.

Cabral *et al.* (2011), identificaram o maior desenvolvimento de mudas de alface utilizando substrato a base de esterco bovino e palha de feijão, maiores acúmulos de biomassa das mudas, tamanho das mudas além de maior tamanho e número de folhas em relação ao uso de substrato comercial.

Baratta Junior (2007), também encontrou resultados superiores de massa verde e massa seca de parte aérea e também na altura de mudas plantas ornamentais, produzidas utilizando composto de resíduos de poda arbórea em relação ao uso de substrato comercial.

O composto de pata-de-vaca apresentou-se como uma boa alternativa para a produção das mudas de alface, pois não chegou a interferir na germinação das sementes, e foi superior em todos os tratamentos em relação ao tratamento que continha apenas o substrato Maxfertil®.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o composto produzido a partir dos resíduos de poda de pata-de-vaca não apresenta potencial alelopático como os resíduos da planta in natura. O processo de compostagem foi eficiente e atingiu os parâmetros exigidos para poder ser utilizado como substrato. O composto de pata-de-vaca apresentou superioridade em níveis de nutrientes em relação ao substrato comercial Maxfertil®, resultando em mudas de alface de qualidade superior. A germinação das sementes de alface não foi influenciada pelas diferentes concentrações de EA, O tratamento que continha 75% de composto de pata-de-vaca foi o que apresentou os melhores resultados de acúmulo de biomassa das mudas de alface.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso em: 02 mar. 2022.
- AQUINO, Adriana Maria de.; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO, Diego Canpana. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos, Seropédica, RJ, Embrapa, p. 1 – 4, jul. 2005 (Circular Técnica 12). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/32641/1/cit012.pdf>. Acesso em: : 02 mar. 2022.
- BARATTA JUNIOR, Almir Punaro. **Utilização do composto de resíduos da podada arborização urbana em substratos para a produção de mudas**, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Alamir%20Baratta.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- BORGES, Wardsson Lustrino. **Compostagem orgânica**. Embrapa Amapá, ed. 1, 2018. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102843/compostagem-organica>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009, p. 147 – 224. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 02 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria da Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa N° 61, de 08 de julho de 2020**. Edição 134, Seção 1, p. 5, Publicado em 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- BRITO, Miguel, Fertilidade do solo, compostagem e fertilização, *In*: MOURÃO, Isabelde Maria, **Manual de Horticultura no modo de produção biológico**, Refóios, Portugal, 2007, p. 53-86. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2821015-Manual-de-horticultura-no-modo-de-producao-biologico.html>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- BURANI, Geraldo F. *et al.* Estudo do potencial de utilização de biomassa resultante da poda e remoção de árvores na área de concessão da AES Eletropaulo. *In*: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENERGIA ELÉTRICA, 5., jun. 2009, Belén. **Anais [...]**. Disponível em: <https://silo.tips/download/estudo-do-potencial-de-utilizaa-o-da-biomassa-resultante-da-poda-e-remooa-o-de-arvo>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- CABRAL, Manoel B. G. *et al.* Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface utilizados no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Verde**. Mossoró – RN. v.5, n. 1, p. 43 – 48, jan. – mar. 2011. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/522/498>. Acesso em 02 mar. 2022.

CORTEZ, L. C. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de Caso: AES ELETROPAULO**. São Paulo, 2010. 246p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-13092011-151318/pt-br.php>. Acesso em 06 abr. 2022

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira *et al.* Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65 –78, jan./mar., 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/fpHLHL3mstPscjq5NHwJnYx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 mar. 2022.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina *et al.* Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem. *In:* DAL BOSCO, Tatiane Cristina, **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**, São Paulo, SP, Blucher, 2017, p. 19 – 43. Disponível em: <https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/compostagem-e-vermicompostagem-de-residuos-solidos-1260/meio-ambiente-315>. Acesso em: 02 mar. 2022.

DUARTE, Franciele Aparecida Plotásio. **Avaliação da frequência de revolvimento na etapa de bioestabilização dos resíduos orgânicos durante a compostagem**. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2018/09/Franciele-Aparecida-Plotásio-Duarte.pdf> . Acesso em 02 mar. 2022.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira da. **Manual prático para a compostagem de bioresíduos**, Universidade Federal de Londrina, FINEP Financiadora de Estudos e Projetos – PROSAB, p. 1 – 91, 1999. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf. Acesso em: 02 mar. 2022.

GUSMÃO, Ana P.; RIPP, Paula G. **Utilização de composto orgânico para a produção de mudas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – PR, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12598/1/utilizaçãocompostorgânicoproduçãomudas.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, Fábio. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, 1. ed., p. 1 – 7, nov. 2009 (Comunicado Técnico n. 75). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

IBGE, Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>. Acesso em 02 mar. 2022.

JORGE, Marçal Henrique Amici. *et al.* Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF, Embrapa Hortaliças, p.1 – 30, set. 2020 (Documentos 180). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>. Acesso em 02 mar. 2022.

LEAL, Marco Antônio de Almeida *et al.* Diferentes níveis de enriquecimento de composto orgânico visando sua utilização como substrato para produção de mudas de hortaliças. Seropédica, RJ, Embrapa Agrobiologia, p. 1 – 20, 2009 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 58). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42986/1/BOP-58.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

LESKOVAR, Daniel I.; SHARMA; Sat Pal. Manejo de irrigação para produção de mudas em estufa. *In:* NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Ricardo Borges. **Produção de mudas de hortaliças**, 1. ed., Brasília, DF, Embrapa, 2016, p. 107–126. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortalicas.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

LORENZI, Harri *et al.* **Árvores exóticas no Brasil:** madeiras, ornamentais e aromáticas. 1. ed. São Paulo. Instituto Plantarum, 2003. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/87440963/arvores-exoticas-no-brasil- madeiras-ornamentais-e-aromaticas>. Acesso em: 02 mar. 2022.

LOUREIRO, Diego C. *et al.* **Produção de mudas de beterraba e alface com resíduos orgânicos domésticos.** Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ, dez. 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/34444/1/cot090.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

MADEIRA, Nuno Rodrigo; SILVA, Patrícia Pereira da; NASCIMENTO, Warley Marcos. Cuidados no transplante de mudas. *In:* NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Ricardo Borges. **Produção de mudas de hortaliças**, 1. ed., Brasília, DF, Embrapa, 2016, p. 177 – 194. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortalicas.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

MANGUEIRA, Rafael Dantas; GOMES Ariadne Ferreira; SOUZA Wesley do Nascimento. Reaproveitamento dos resíduos de poda para compostagem e produção de mudas no horto municipal de Fortaleza. *In:* CONGRESSO SUL AMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE. 2., mai. 2019, Foz do Iguaçu, PR, Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS, P. 1 – 10. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IV-143.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do solo – RS/SC, p. 376. 2016.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-18112008-084858/publico/TeseLucianaMiyokoMassukado.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

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

MATOS, Antônio de *et al.* Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se água residuária da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Sanitária**, Campina Grande, PB, v. 2, n. 2, p. 199 - 203, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/WKy4BPmSrNgjL6RGmZG3xPm/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em 02 mar. 2022.

MEIRA, Ana Maria de. **Gestão de resíduos de arborização urbana**, 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042010-103157/pt-br.php>. Acesso em 19 jul. 2021.

MONTEIRO, Gean C. *et al.* Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia – Go, v. 8, n. 14, p. 140 – 148, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/avaliacao%20de%20substratos.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

NASCIMENTO, Warley Marcos; SILVA, Patrícia Pereira da; CANTLIFFE, Daniel James. Qualidade das sementes e estabelecimento de plantas. *In*: NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Ricardo Borges. **Produção de mudas de hortaliças**, ed.1, Brasília, DF, Embrapa, 2016, p. 55 – 86. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortaliças.pdf> . Acesso em: 02 mar. 2022.

NUNES, Maria Urbana Corrêa, Compostagem de resíduos para a produção de adubo orgânico na pequena propriedade, Aracaju, SE, Embrapa Tabuleiros Costeiros, ed. 1, 2009 (Circular Técnica 59). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27624/1/ct-59.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

NUNES, Maria Urbana Corrêa; SANTOS, Júlio Renovato dos. Tecnologias para produção de mudas de hortaliças e plantas medicinais em sistema orgânico, Aracaju, SE, Embrapa Tabuleiros Costeiros, ed. 1, 2007. (Circular Técnica 48). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/372312>. Acesso em: 02 mar. 2022.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem**, Piracicaba, SP, p. 1-19, 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf. Acesso em: 02 mar. 2022.

OLIVEIRA, Francisco; LIMA Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA João Paulo. Usoda compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, ed. 1, p. 1-17, jun. 2004 (Documentos 89). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/9207/1/Dc-089.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

PAIVA, E.P. *et al.* Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum L.*). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 62-67, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2083/pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

PAIXÃO, Rebecca Manesco; SILVA, Luiz Henrique Biscaia Ribeiro da; TEIXEIRA, Thaise Moser. Análise da viabilidade da compostagem de poda de árvore no campus do centro universitário de Maringá – CESUMAR. *In: MOSTRA INTERNA DETRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 6., 2012, Maringá, **Anais [...]**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/13822619-Analise-da-viabilidade-da-compostagem-de-poda-de-arvore-no-campus-do-centro-universitario-de-maringa-cesumar.html>. Acesso em 23jul. 2021.

PEIXE, Marildo; HACK, Mara Brognoli. **Compostagem como método adequado ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos urbanos: experiência do município de Florianópolis/SC**, p. 1 – 13, 2009. Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_03_2014_10.52.58.648dc17b1d3f981315f8ecf7d2104d2f.pdf. Acesso em 02 mar. 2022.

REIS, Mario. Material Vegetal e Viveiros. *In: MOURÃO, Isabel de Maria, Manual de horticultura no modo de produção biológico*, Refóios, Portugal, 2007, p. 19 - 52. Disponível em <https://docplayer.com.br/2821015-Manual-de-horticultura-no-modo-de-producao-biologico.html> Acesso em: 02 mar. 2022.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. **A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens**. Tese (Doutorado em Zootecnia/Forragicultura e Pastagens), UFLA (Universidade Federal de Lavras), Lavras, MG. 54p., 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/48263>. Acesso em: 04 abr. 2022.

ROCHA, Ana Júlia Ferreira *et al.* Destinação sustentável do resíduo de poda de árvores urbanas. *In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD*, 15., Porto, Portugal, p. 137 – 141, jul. 2015. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/shewc2015/proc/works/30.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

RODRIGUES, Alexandre Couto *et al.* Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e qualidade do composto. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 759 – 770, dez. 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/compostagem%20de%20residuos.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

ROHRIG, Bruna *et al.* Efeitos de resíduos de poda de pata de vaca (*Bauhinia spp.*) sobre a germinação e crescimento de alface. **Acta Iguazu**. Cascavel, v. 8, p. 8 – 17, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/19543/14685>. Acesso em: 06 abr. 2019.

SEITZ, Rudi Arno. A poda de árvores urbanas. *In: CURSO EM TREINAMENTO SOBRE PODA EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA*. 1., 1996, Piracicaba, SP, Curitiba, PR, FUPEF, 1996. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiAruXG3qf2AhVjrZUCHYKcDHoQFnoECDAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.area.org.br%2Fpage%2Fbaixar%2Fmanual-de-poda-de-especies-arboreas-fupez.pdf&usg=AOvVaw1CtdAgysfxkMKP35ZecQww> . Acesso em: 02 mar. 2022.

SILVA, Manuel Joaquim Duarte da; RENÓFIO, Tatiana de Cássia Zilio; MARGUTTI, Marco Cury. A reutilização dos resíduos de poda de árvores e o levantamento regional dos tipos de árvores. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP CAMPUS GUARUJA*, p. 1- 10, 2009, Guarujá. Disponível em: http://www.resol.com.br/textos/2009-levantamento_regional_manuel.pdf . Acesso em: 02 mar. 2022.

SILVA, Sidney de Sousa *et al.* Uso de resíduos decompostos como substrato para produção de mudas de alface: efeito no sistema radicular. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, Argentina, v. 117, p. 245-252, out. 2018. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjWsfzG19LxAhUqGbkGHfaUCW0QFnoECBUQAA&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6937465.pdf&usg=AOvVaw02TzRzW_9Y076yfYxlWOAx. Acesso em: 02 mar. 2022.

SOARES, Isadora de Oliveira, *et al.* Compostagem de resíduos orgânicos provenientes do restaurante universitário da UTFPR – Campus Francisco Beltrão. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL*, 10., 2016, Porto Alegre, RS. Disponível em: http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_20160921012702000000227.pdf . Acesso em: 02 mar. 2022.

SOUZA, Caroline Almeida; GUIMARÃES, Camila Camolesi; VELASCO, Giuliana Del Nero. Reaproveitamento de resíduos de poda e sua colaboração para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU*, 13., 2020. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/reaproveitamento-de-resduos-de-poda-e-sua-colaborao-para-atingir-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentvel-35583> Acesso em: 02 mar. 2022.

SOUZA, Francisco Adriano de. *et al.* Compostagem. Seropédica, RJ, Embrapa Agrobiologia, p. 1-10, 2001 (Comunicado Técnico 50). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27180/1/cot050.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

SOUZA, Paulo Oliveira de. Avaliação de diferentes inoculantes na compostagem em biorreatores de bancada. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1060035> . Acesso em: 02 mar. 2022.

VALENTE, B. S. *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento de resíduos orgânicos, **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 59-85, 2009. Disponível em: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/5074/3285>. Acesso em: 02 mar. 2022.