

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES
Mestrado em Ciências Ambientais

Eduardo Javier Marone

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO A
PARTIR DE RESÍDUOS DE FILETAMENTO DE PEIXES: APLICAÇÃO E USO NA
AGRICULTURA**

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Paranaguá

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES
Mestrado em Ciências Ambientais

Eduardo Javier Marone

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO A
PARTIR DE RESÍDUOS DE FILETAMENTO DE PEIXES: APLICAÇÃO E USO NA
AGRICULTURA**

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI – da Universidade Estadual do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Linha 2 - Sustentabilidade Socioambiental, Litorânea e Insular.

Orientador(a): Prof. Dr. Luís Fernando Roveda

Paranaguá

2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e
Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP
e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Marone, Eduardo Javier

Avaliação da Qualidade do Composto Orgânico
Produzido a Partir de Resíduos de Filetamento de
Peixes: aplicação e uso na agricultura / Eduardo
Javier Marone. -- Paranaguá-PR, 2024.

40 f.: il.

Orientador: Luis Fernando Roveda.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ambientes Litorâneos e
Insulares) -- Universidade Estadual do Paraná, 2024.

1. Adubo orgânico. 2. Compostagem. 3. Resíduos de
Peixe. I - Roveda, Luis Fernando (orient). II -
Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ **Á**
Campus de Paranaguá

Credenciada pelo Decreto nº 9538, de 05/12/2013 - D.O.E. 05/12/2013
Recredenciada pelo Decreto nº 2374, de 14/08/2019 - D.O.E. 14/08/2019
Rua Comendador Correa Junior, nº 117 - Centro - CEP: 83203-560 - Fone: (41) 3423-3644
PARANAGUÁ - PARANÁ
<http://paranagua.unespar.edu.br>



ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES – PALI

No dia 20 de junho de 2024, às 14 horas, reuniu-se a banca examinadora da dissertação de mestrado do discente EDUARDO JAVIER MARONE, orientado do professor Dr. Luís Fernando Roveda, com o título “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE FILETAMENTO DE PEIXES: APLICAÇÃO E USO NA AGRICULTURA”. A apresentação e defesa pública do trabalho ocorreu de forma presencial. Após a apresentação pública e arguição pelos membros da banca a dissertação foi considerada: Aprovada.

Observações e sugestões da banca: Todas as sugestões indicadas pela banca foram acatadas
A sessão foi encerrada às 17 horas.

ESTE DOCUMENTO NÃO CONFERE O TÍTULO DE MESTRE, que depende de outros requisitos, dentre os quais a entrega da dissertação definitiva.

A banca foi composta pelos professores doutores abaixo, que assinam a presente ata: Dr.

Luís Fernando Roveda (UNESPAR/Paranaguá) – orientador - Ass: VIA PROTOCOLO

Dr. Everaldo dos Santos (IFPR) 1º examinador - Ass: VIA PROTOCOLO

Dra. Kátia Kalko Schwarz (UNESPAR/Paranaguá) - 2º examinadora - Ass: VIA PROTOCOLO

Dr. Dr. Adilson Anacleto (UNESPAR/Paranaguá) - suplente

Dr. Dr. Leandro Angelo Pereira (IFPR) - suplente

Assinatura do Mestrando: (VIA PROTOCOLO)

Rua Comendador Corrêa Junior nº 117 - Caixa Postal 236 - Centro - CEP 83203-560 - Paranaguá - Paraná
Fone: (41) 3423-3644 - Fax: (41) 3423-1611 - www.unespar.edu.br - CNPJ: 75.182.808/0001-36

Ata 302/2024. Assinatura Avançada realizada por: Everaldo dos Santos (XXX.511.959-XX) em 24/06/2024 14:12 Local: CIDADAO, Eduardo Javier Marone (XXX.232.359XX) em 25/06/2024 08:14 Local: CIDADAO, Katia Kalko Schwarz (XXX.175.399-XX) em 25/06/2024 13:42 Local: UNESPAR/PGUA/PALI. Inserido ao documento 863.091 por: Luis Fernando Roveda em: 24/06/2024 09:00. Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021. A autenticidade deste documento



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
Campus de Paranaguá

Credenciada pelo Decreto nº 9538, de 05/12/2013 - D.O.E. 05/12/2013
Recredenciada pelo Decreto nº 2374, de 14/08/2019 - D.O.E. 14/08/2019
Rua Comendador Correa Junior, nº 117 - Centro - CEP: 83203-560 - Fone: (41) 3423-3644
PARANAGUÁ - PARANÁ
<http://paranagua.unespar.edu.br>



EDUARDO JAVIER MARONE

**AValiação da Qualidade do Composto Orgânico Produzido a Partir de
Resíduos de Filetamento de Peixes: Aplicação e Uso na Agricultura**

Dissertação de mestrado
apresentada Programa de Pós-
graduação Ambientes Litorâneos e
Insulares da Universidade
Estadual do Paraná, para obtenção
de Título de Mestre em Ciências
Ambientais.

PARANAGUÁ, 20 de junho de 2024.

Banca examinadora:

Dr. Luís Fernando Roveda (UNESPAR/Paranaguá) – orientador Ass: VIA PROTOCOLO

Dr. Everaldo dos Santos (IFPR) 1º examinador - Ass: VIA PROTOCOLO

Dra. Kátia Kalko Schwarz (UNESPAR/Paranaguá) - 2º examinadora - Ass: VIA PROTOCOLO

Eduardo Javier Marone – Discente - Ass: VIA PROTOCOLO

Rua Comendador Corrêa Junior nº 117 - Caixa Postal 236 - Centro - CEP 83203-560 - Paranaguá - Paraná
Fone: (41) 3423-3644 - Fax: (41) 3423-1611 - www.unespar.edu.br - CNPJ: 75.182.808/0001-36

Ata 303/2024. Assinatura Avançada realizada por: Everaldo dos Santos (XXX.511.959-XX) em 24/06/2024 14:12 Local: CIDADAO, Eduardo Javier Marone (XXX.232.359XX) em 25/06/2024 08:14 Local: CIDADAO, Katia Kalko Schwarz (XXX.175.399-XX) em 25/06/2024 13:42 Local: UNESPAR/PGUA/PALI. Inserido ao documento 863.151 por: Luís Fernando Roveda em: 24/06/2024 09:01. Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021. A autenticidade deste documento

A natureza é a arte de Deus.

Dante Alighieri

Dedico este trabalho a todos os valerosos funcionários da Universidade Estadual do Paraná, cujo comprometimento diário proporciona uma infraestrutura adequada para nossos estudos florescerem. Aos professores de todas as disciplinas do meu mestrado, e meu orientador cuja dedicação incansável e paixão pelo ensino nos guiam em uma jornada contínua de crescimento intelectual. Que esta dedicação e esforço coletivo inspirem a busca incessante pelo conhecimento e contribuam para um futuro de realizações e aprendizado contínuo.

AGRADECIMENTOS

À Viviana Estela Dávila de Marone e Eduardo Marone, meus pais amorosos, e à minha querida esposa Joice Lagos Marone, expresso minha profunda gratidão por estarem ao meu lado em todas as fases da minha jornada. Seu apoio inabalável, amor e orientação foram fundamentais em cada decisão e desafio enfrentado. Sou imensamente grato por sua presença constante, que tornou possível alcançar cada conquista. Vocês são minha fonte de força e inspiração, e dedico todo meu sucesso a vocês com amor e reconhecimento eternos.

RESUMO

Os resíduos sólidos urbanos são compostos, em sua grande maioria, por aproximadamente 60% de resíduos orgânicos. A compostagem surge como uma alternativa eficiente para o manejo desses resíduos, transformando-os em composto orgânico seguro e útil, como adubo para plantas. Esta pesquisa tem como objetivo a caracterização química do composto orgânico resultante do processo de compostagem de resíduos de filetagem de peixes, identificando os teores de macro e micronutrientes, além de investigar os efeitos de diferentes dosagens na adubação para o desenvolvimento de uma cultura de ciclo curto, como a alface (*Lactuca sativa*). Foram realizados experimentos com 28 plantas distribuídas em 28 recipientes, contendo 7 tratamentos distintos e 4 repetições cada, variando de 10% a 50% de composto orgânico de peixe. Após 22 dias, foram avaliados parâmetros como massa fresca, massa seca, tamanho e volume das raízes, além da análise de macro e micronutrientes por meio de análises químicas. Os dados foram submetidos à ANOVA, com nível de significância de 5%. Quando constatada significância, procedeu-se à análise de médias pelo teste de Tukey e, para as doses, também à análise de regressão para a altura das plantas. A compostagem de maravalha e resíduos de peixe atingiu uma temperatura máxima de 40°C, estimulando o crescimento de bactérias e fungos mesófilos. Não foram observadas diferenças significativas no tamanho e volume das raízes, assim como na massa fresca. Os tratamentos com 5% (cama de frango) e 0% (areia) apresentaram menor desempenho em massa fresca e massa seca, devido à falta de nutrientes no substrato. Com base nos resultados da análise química do composto orgânico derivado de resíduos de peixes, é possível concluir que este material possui um potencial significativo como fonte de nutrientes para o solo, com níveis considerados médios a altos para a maioria dos macronutrientes e micronutrientes, além de valores consideráveis de matéria orgânica. O composto orgânico de resíduos de peixes pode desempenhar um papel importante na fertilização do solo, fornecendo uma gama diversificada de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Para a cultura da alface (*Lactuca sativa*), os teores considerados de maior custo-benefício foram os de composto orgânico de peixes na proporção de 10%, embora teores até 30% de composto orgânico de peixes tenham demonstrado resposta positiva no desenvolvimento de todos os indicadores, como massa fresca, massa seca, tamanho e volume das raízes.

Palavras-chave: Adubo orgânico; Compostagem; Resíduos de Peixe.

ABSTRACT

Urban solid waste is primarily composed of approximately 60% organic waste. Composting emerges as an efficient alternative for managing this waste, transforming it into safe and useful organic compost, such as fertilizer for plants. This research aims to chemically characterize the organic compost resulting from the composting process of fish filleting waste, identifying the levels of macro and micronutrients, as well as investigating the effects of different dosages on fertilization for the development of a short-cycle crop, such as lettuce (*Lactuca sativa*). Experiments were conducted with 28 plants distributed in 28 containers, consisting of 7 distinct treatments with 4 repetitions each, varying from 10% to 50% fish organic compost. After 22 days, parameters such as fresh mass, dry mass, root size, and volume were evaluated, along with the analysis of macro and micronutrients through chemical assessments. The data were subjected to ANOVA, with a significance level of 5%. When significance was detected, mean analysis was performed using the Tukey test and, for doses, regression analysis was also conducted for plant height. The composting of sawdust and fish waste reached a maximum temperature of 40°C, stimulating the growth of mesophilic bacteria and fungi. No significant differences were observed in root size and volume, as well as in fresh mass. The treatments with 5% (chicken bedding) and 0% (sand) exhibited the poorest performance in fresh and dry mass due to the lack of nutrients in the substrate. Based on the results of the chemical analysis of the organic compost derived from fish waste, it is possible to conclude that this material has significant potential as a nutrient source for the soil, with levels considered medium to high for most macronutrients and micronutrients, as well as considerable values of organic matter. Organic fish waste compost can play an important role in soil fertilization by providing a diverse range of essential nutrients for plant growth. For lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation, the most cost-effective levels were found to be 10% fish waste compost, although levels of up to 30% have shown a positive response in the development of all indicators, including fresh mass, dry mass, root size, and volume.

Keywords: Organic Fertilizer; Composting; Fish Waste.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE FIGURAS	13
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS	17
Local e período de realização da pesquisa.....	17
Etapa 1- Compostagem.....	17
Etapa 2- Etapa experimental	19
Etapa 2- Delineamento experimental.....	19
Etapa 3- Laboratório - determinação Massa Fresca, Massa Seca, Tamanho de Raiz e Volume de Raiz.....	20
Etapa 3- Laboratório – Análise de Solo	21
Etapa 4- Análise Estatística.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
Compostagem	22
Atributos químicos do composto orgânico.....	23
Análise estatística para micronutrientes.....	25
Análise estatística para macronutrientes.....	27
Desenvolvimento das plantas.....	29
Análise de Regressão Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS)	31
Análise ANOVA e TUKEY Altura de plantas (AP)	32
CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição dos tratamentos e dosagens. Fonte: o autor	19
Tabela 2 Atributos químicos do composto orgânico de resíduos de peixes. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto agronômico De Campinas, 2001. Fonte: o autor	23
Tabela 3 Análise ANOVA e TUKEY para os teores de micronutrientes Boro, Cobre, Ferro, Manganês, zinco e pH. Fonte: o autor.	25
Tabela 4 Análise ANOVA e TUKEY para os teores de macronutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio, Matéria orgânica e pH. Fonte: o autor.	27
Tabela 5 Análise ANOVA e TUKEY para os teores Acidez total ou potencial, Bases trocáveis, Saturação por bases, Capacidade de troca catiônica. Fonte: O autor.	28
Tabela 6 Análise ANOVA e TUKEY para os indicadores de Tamanho de raiz (TR), volume de raiz (VR), Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS). Fonte: o autor.	30
Tabela 7 Análise ANOVA e TURKEY Altura de plantas (AP) aos 7,12,17 e 22 dias.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Manejo da pilha de compostagem e acompanhamento temperatura. A: Revolvimento da pilha. B: Temperatura Max atingida em 35 dias; C: Composto finalizado D: Armazenamento. Fonte: o autor	18
Figura 2 Distribuição dos (tratamentos e repetições). Fonte: O autor	20
Figura 3 Análise de Regressão Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) para os diferentes tratamentos. Fonte: o autor.....	31
Figura 4 Análise de regressão para Altura das Plantas ao longo de 22 dias de cultivo. Fonte: o autor	33

INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo enfrenta um dos maiores desafios ambientais da era moderna: a gestão de resíduos sólidos. O crescimento exponencial da população global e o desenvolvimento tecnológico têm levado a um consumo desenfreado de recursos naturais, resultando em um volume sem precedentes de resíduos sólidos. Este fenômeno é uma característica marcante da sociedade atual, onde a produção e o descarte de resíduos tornaram-se questões críticas e cada vez mais complexas.

De acordo com Moraes et al. (2019), a gestão inadequada de materiais pode causar impactos negativos significativos em várias áreas, incluindo aspectos sociais, ambientais, econômicos e de saúde pública, afetando o cenário global de maneira profunda. Essas questões são amplificadas pela falta de infraestrutura adequada para o gerenciamento dos resíduos, o que intensifica a gravidade da situação.

Uma abordagem eficaz para enfrentar esses desafios é a implementação de práticas de gestão de resíduos sólidos sustentáveis. A colaboração entre o governo e o setor privado é crucial para o sucesso dessas políticas, assim como a conscientização e a participação ativa da comunidade. Silva e Capanema (2019) ressaltam que o avanço na gestão sustentável de resíduos sólidos depende da execução de políticas públicas integradas e do engajamento da sociedade civil.

Políticas públicas desempenham um papel essencial ao promover práticas sustentáveis como a reciclagem, a compostagem e a redução do uso de materiais descartáveis. Além disso, a criação de sistemas eficientes de coleta seletiva é fundamental para garantir a triagem e o tratamento apropriado dos resíduos.

Para mitigar os impactos associados à destinação inadequada de resíduos sólidos, foi promulgada a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta legislação visa estabelecer um modelo de gestão integrado e coordenado para os resíduos sólidos em todo o território nacional. Segundo a PNRS, é possível implementar ações tanto independentes quanto colaborativas entre a União, os estados, os municípios e o Distrito Federal, com o objetivo de assegurar a destinação apropriada dos resíduos.

A PNRS reforça a compostagem como uma das técnicas recomendadas para a gestão ambientalmente adequada dos resíduos, destacando a importância dessa prática na promoção de uma abordagem sustentável para o tratamento e disposição de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Dentro desse contexto, o setor pesqueiro, que possui significativa relevância econômica no Brasil e em outras partes do mundo, enfrenta desafios próprios relacionados à gestão de resíduos. O processamento de pescado gera uma grande quantidade de resíduos, como escamas, peles, carcaças, vísceras e cabeças, que frequentemente são descartados inadequadamente.

Esse problema é agravado pela falta de aproveitamento eficiente desses resíduos, representando um dos principais obstáculos na cadeia produtiva do pescado. Segundo Carla Fernandes Oliveira et al. (2021) estimam que cerca de metade da matéria-prima utilizada na indústria pesqueira é convertida em resíduos, e o manejo inadequado desses resíduos pode resultar em sérios impactos ambientais.

Além da indústria pesqueira, o setor da aquicultura também enfrenta desafios consideráveis na gestão dos resíduos gerados. A quantidade de resíduos produzidos frequentemente supera a capacidade natural do ambiente para degradá-los, o que resulta em sérios riscos ambientais. Teodoro e Pereira (2021) indicam que essa discrepância entre a taxa de produção e a capacidade de degradação contribui para impactos negativos, como a poluição de corpos d'água e a deterioração da qualidade dos ecossistemas aquáticos.

A falta de estratégias eficazes para o manejo desses resíduos pode intensificar problemas como a eutrofização, que afeta a vida aquática e prejudica a saúde dos ecossistemas. Na pesca artesanal, esse problema é ainda mais grave, com grandes volumes de resíduos frequentemente enviados para lixões e aterros sem aproveitamento significativo.

A filetagem de peixes, técnica utilizada para extrair filés, resulta em uma quantidade significativa de resíduos, que pode chegar a 60% da massa bruta dos peixes. Os processos de corte em postas e evisceração simples geram cerca de 33% e 23% dos resíduos, respectivamente.

Além disso, cascas de camarão, invertebrados inteiros e pequenos peixes provenientes de arrastos camaroeiros também são descartados. Chaves e Vink (2017) observam que o maior volume de rejeitos consiste em carcaças de peixes, incluindo cabeças, nadadeiras, colunas e outros ossos, com as cascas de camarão somando-se a essa carga.

Feltes et al. (2010) confirmam que os principais resíduos gerados no beneficiamento, como cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne, podem representar 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e técnicas de processamento. Esse grande volume de resíduos é gerado principalmente porque muitas indústrias de processamento de pescado não reconhecem esses materiais como potenciais matérias-primas para novos produtos, levando a um subaproveitamento significativo.

Na escala industrial, os resíduos ainda são aproveitados, mas na pesca artesanal ocorre um grande volume de descarte, com os resíduos frequentemente destinados a lixões e aterros sanitários sem aproveitamento significativo. Valente et al. (2016) destacam que, embora grande parte dos resíduos seja destinada à fabricação de farinha tanto para alimentação animal como para alimentação humana, são necessários estudos que explorem outras potencialidades para fortalecer a cadeia produtiva.

Recentemente, o aumento significativo no número de indústrias dedicadas ao tratamento de resíduos sólidos e orgânicos reflete um crescente interesse em processos de compostagem. Araújo, Cerqueira e Carneiro (2020) indicam que esse fenômeno é impulsionado pela necessidade de soluções mais eficazes e sustentáveis para o manejo de resíduos, que, além de reduzir a carga de resíduos em aterros e lixões, contribuem para a economia circular. A compostagem tem se destacado como uma técnica vital para transformar resíduos orgânicos em fertilizantes de alta qualidade, amplamente utilizados na agricultura.

O processo de compostagem consolidou-se como uma tecnologia essencial no manejo de resíduos orgânicos devido à sua capacidade de transformar materiais descartados em recursos valiosos. Este processo envolve a decomposição controlada de resíduos orgânicos por microrganismos, o que não apenas reduz o volume e o peso dos resíduos, mas também elimina patógenos e sementes de ervas daninhas que poderiam causar problemas no solo.

Além disso, a compostagem converte esses resíduos em fertilizantes orgânicos e melhoradores de solo, altamente benéficos para a saúde do solo e a qualidade das culturas agrícolas. Zhao et al. (2020) destacam que a compostagem representa uma solução eficaz para a gestão sustentável de resíduos, contribuindo significativamente para a conservação ambiental e a melhoria da produtividade agrícola. Essa técnica é amplamente valorizada por sua capacidade de criar um ciclo virtuoso de resíduos, transformando-os em recursos úteis para a agricultura.

A compostagem emerge como uma abordagem altamente valorizada na gestão de resíduos orgânicos devido à sua capacidade de oferecer uma solução ambientalmente amigável para o tratamento de uma ampla variedade de materiais biodegradáveis.

Este processo promove a redução de resíduos ao transformar materiais orgânicos em adubo de alta qualidade, desempenhando um papel crucial na melhoria da qualidade e fertilidade do solo. Oliveira, Aquino e Neto (2005) afirmam que a compostagem é uma estratégia eficaz para a gestão de resíduos, aliando benefícios ambientais e agrícolas de maneira significativa.

Para compreender a eficácia da compostagem, é crucial analisar as diferentes classificações e condições que afetam esse processo. Silva de Souza e Candiani (2017) explicam que a classificação biológica da compostagem, que pode ser aeróbia, anaeróbia ou mista, desempenha um papel vital na determinação dos resultados do tratamento, uma vez que cada tipo de processo influencia a decomposição de forma distinta.

A temperatura é um fator crítico que afeta significativamente o processo de compostagem. Vasconcelos, Arantes Filho e Silva (2021) indicam que a decomposição dos resíduos ocorre em diferentes estágios térmicos, classificados como criofílica, mesofílica e termofílica.

Cada faixa de temperatura representa uma fase distinta da decomposição orgânica, sendo a fase mesofílica particularmente importante, pois mantém a temperatura em torno de 40°C, essencial para a atividade microbiológica que quebra os compostos orgânicos em nutrientes acessíveis para as plantas.

A compostagem pode ser realizada de duas formas principais, a compostagem estática, também conhecida como compostagem natural, que ocorre de maneira passiva e pode levar mais de 100 dias para produzir o composto e a compostagem dinâmica, que é um processo mais acelerado.

Silva de Souza e Candiani (2017) destacam que a compostagem dinâmica envolve a aplicação de condições controladas, como a introdução de enzimas e aeração forçada, para otimizar a decomposição e reduzir o tempo necessário para obter o composto final. Em resumo, a compostagem, com suas diversas fases e classificações, é um processo versátil e adaptável, oferecendo benefícios ambientais e agrícolas significativos (Fernandes, 1999).

A alface (*Lactuca sativa*) é amplamente reconhecida por sua alta sensibilidade a diferentes níveis de adubação, o que a torna uma excelente opção para avaliar a eficácia de várias estratégias de fertilização. Por ser uma planta de crescimento rápido e com demanda nutricional específica, a alface responde de forma significativa às variações na quantidade e tipo de nutrientes fornecidos. Essa resposta torna a alface uma cultura indicadora valiosa, permitindo a avaliação precisa dos efeitos de diferentes tratamentos de adubação sobre o desenvolvimento das plantas.

As características observáveis, como o crescimento foliar, a coloração e o rendimento da produção, fornecem dados relevantes sobre a adequação dos diferentes fertilizantes e suas formulações. Através desse acompanhamento, é possível determinar não apenas a eficiência dos adubos utilizados, mas também otimizar as práticas de manejo para melhorar a qualidade e a produtividade das culturas. Assim, o uso da alface como indicador nutricional contribui para a obtenção de informações cruciais sobre a eficácia das técnicas de fertilização e a saúde geral das plantas no contexto de experimentos agrícolas.

Esta pesquisa visa avaliar detalhadamente a composição química, tanto macro quanto micronutrientes, do composto orgânico gerado a partir da compostagem de resíduos de filetagem de peixes, além de investigar a influência de distintas dosagens de adubação no desenvolvimento de uma cultura de ciclo curto, como a alface (*Lactuca sativa* sp). A análise química do composto orgânico é crucial para entender sua eficácia como fertilizante, proporcionando informações sobre a disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas.

A pesquisa pretende identificar e quantificar os nutrientes presentes no composto, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes, que são fundamentais para a saúde e produtividade das culturas. Além disso, o estudo examina como diferentes concentrações de composto

afetam parâmetros de crescimento da alface, como a biomassa, o desenvolvimento radicular e a qualidade da planta.

A metodologia inclui a aplicação de compostos em várias dosagens em experimentos controlados, seguidos pela análise dos efeitos sobre o crescimento e rendimento da alface, utilizando técnicas estatísticas para interpretar os resultados. Este estudo busca fornecer evidências quantitativas sobre a eficácia do composto de peixe como um adubo sustentável, contribuindo para práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período de realização da pesquisa

O trabalho foi realizado em campo nos municípios de Pontal do Paraná e Paranaguá estes municípios estão localizados no estado do Paraná na Região Sul do Brasil entre as latitudes 24°30`S e 26°00`S e longitudes 48°00`W e 49°00`W, com classificação climática Cfa - Clima subtropical úmido (mesotérmico) (VANHONI; MENDONÇA, 2008).

As etapas 1 e 2 que corresponderam as fases de compostagem e desenvolvimento da cultura da alface (*Lactuca sativa L.*) foram realizadas entre os meses de julho de 2023 e setembro de 2023, as etapas 3 e 4 que correspondem as etapas de avaliação dos materiais foram realizadas no laboratório de Ecologia e Conservação na Universidade Estadual do Paraná (Unespar) campus de Paranaguá entre os meses de janeiro e fevereiro de 2024.

Etapas 1- Compostagem

A Etapa 1, referente à compostagem, foi conduzida a campo, o processo de compostagem se deu pelo método estático natural, iniciando-se com a coleta de resíduos de pescado provenientes do Mercado de Peixes Manuel Machado, situado no município de Matinhos, no estado do Paraná, Brasil. Nessa fase, foram coletados aproximadamente 40 kg de resíduos resultantes do fileteamento de peixes, obtidos no mesmo dia de seu processamento, visando garantir um produto in natura. A composição básica desses resíduos compreendia, vísceras, cabeça, nadadeiras, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne.

Para a compostagem, escolheu-se utilizar maravalha de pinus (*Pinus sp.*) como fonte de carbono, adquirida no mercado local. O material processado apresentava uma espessura média de 0,2 mm. Em seguida, procedeu-se à pesagem dos materiais para a montagem da pilha de compostagem a

qual manteve aproximadamente as dimensões de 1,80 m x 0,6 m x 0,8 m (comprimento x largura x altura).

Na etapa de montagem da pilha de compostagem, foram adotadas as seguintes proporções: 80% da composição por resíduos de peixe e 20% pela adição de maravalha de pinus sendo a proporção em quilos 40 kg de resíduos de peixe e 8 kg de maravalha de pinus. As fases de montagem da pilha foram conduzidas de maneira a estratificar os resíduos em camadas alternadas com a maravalha, visando assegurar a máxima precisão na composição e nos teores de cada material.

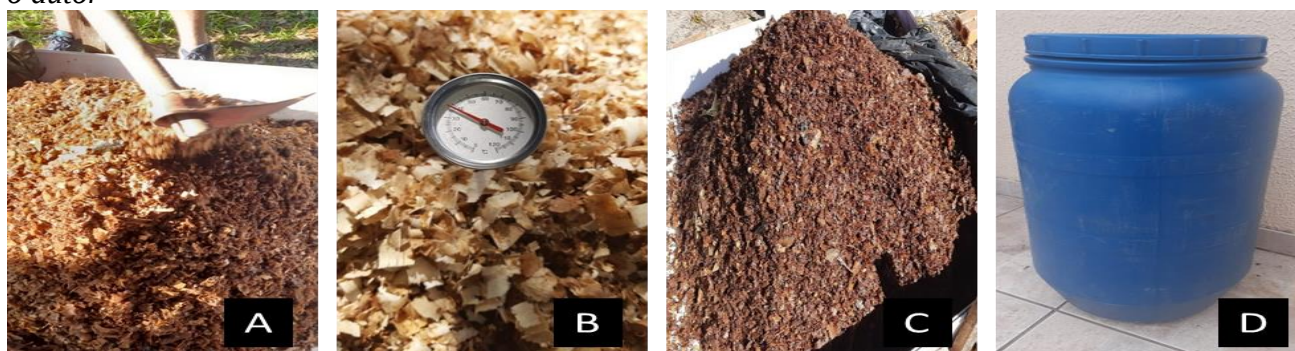
A disposição estratificada dos materiais foi realizada com o intuito de promover uma mistura homogênea entre os resíduos de pescado e a maravalha de pinus. Durante esta etapa, a atenção à aeração foi primordial, favorecendo as condições aeróbias essenciais para a decomposição.

A periodicidade do revolvimento da pilha foi crucial para assegurar uma mistura uniforme e evitar a compactação, facilitando assim a circulação de oxigênio vital às atividades microbianas. Este processo dinâmico contribuiu para a otimização das condições de compostagem e foi realizada de 15 em 15 dias conforme Figura 1 (A).

A temperatura da pilha foi monitorada regularmente, revelando o aumento inicial associado à atividade microbiana. A elevação de temperatura foi fundamental para a degradação do material e também para afastar a presença de insetos, neste acompanhamento verificou-se que a temperatura foi de cerca de 40° C° se deu no trigésimo quinto dia e a partir daí manteve-se estável por mais 20 dias decrescendo até chegar à temperatura ambiente no centésimo vigésimo dia conforme Figura 1 (B).

Após a fase ativa de compostagem, a pilha foi deixada para maturar, resultando em um composto finalizado de aspecto escuro e odor agradável conforme Figura 1 (C). O composto finalizado, agora enriquecido com nutrientes provenientes dos resíduos de pescado e maravalha de pinus, foi armazenado para uso na etapa 2 do trabalho em tambor de 200 litros com tampa de rosca conforme Figura 1 (D).

Figura 1 Manejo da pilha de compostagem e acompanhamento temperatura. A: Revolvimento da pilha. B: Temperatura Max atingida em 35 dias; C: Composto finalizado D: Armazenamento. Fonte: o autor



Etapa 2- Etapa experimental

Para a etapa 2 foram preparados vasos contendo um volume conhecido de aproximadamente 0,80 dm³. O substrato selecionado foi inerte, mais precisamente solo arenoso lavado. Em seguida, procedeu-se com a sequência de tratamentos, designadamente T1 (produto comercial cama de frango), T2 (testemunha) e os compostos de peixes (T3 a T7) em proporções de 10%, 20%, 30%, 40% e 50%.

A definição da dosagem do composto orgânico cama de frango (produto comercial) foi definida conforme recomendações da fabricante que estipulou teores de 50 a 90 gr do produto por kg de substrato. Outro fator que determinou os teores de composto orgânico foram os volumes dos vasos utilizados e de garantia nos teores de nitrogênio do produto que são de 1%, portanto a dose de 50g forneceria 0,5 gr de nitrogênio bem acima do recomendado para a cultura de alface que é de 150 kg/ha.

Etapa 2- Delineamento experimental

O delineamento experimental escolhido foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 4 repetições, sendo os tratamentos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Distribuição dos tratamentos e dosagens. Fonte: o autor

Tratamentos	Tipo de tratamento	Repetições
T1	5% Cama de Frango 95% de areia	4
T2	100% areia	4
T3	10% composto orgânico 90% areia	4
T4	20% composto orgânico 80% areia	4
T5	30% composto orgânico 70% areia	4
T6	40% composto orgânico 60% areia	4
T7	50% composto orgânico 50% areia	4

Os tratamentos foram distribuídos em recipientes de plástico identificados sendo realizadas as quatro repetições R1 a R4 para cada tratamento. Os compostos orgânicos e areia fina foram pesados e misturados para a correta homogeneização para cada tratamento conforme suas proporções.

Após o preenchimento dos recipientes procedeu-se com o plantio das mudas as quais em média possuíam seis centímetros de altura (Figura 2). Todas as mudas foram medidas periodicamente e seu desenvolvimento foi acompanhado durante o desenvolvimento da cultura.

Figura 2 Distribuição dos (tratamentos e repetições). Fonte: O autor



O experimento foi acompanhado diariamente para o controle da rega e acompanhamento do desenvolvimento até os 22 dias, partindo-se daí para a etapa subsequente de análise para verificar se o uso de composto orgânico teve um desempenho no crescimento das hortaliças.

Etapa 3- Laboratório - determinação Massa Fresca, Massa Seca, Tamanho de Raiz e Volume de Raiz

Na etapa 3, foram realizadas mensurações dos parâmetros essenciais para a análise, incluindo a altura da parte aérea em centímetros e o tamanho da raiz em centímetros. A altura da parte aérea foi determinada utilizando uma trena graduada para medir a distância entre o colo e o ápice da planta, enquanto o tamanho da raiz foi determinado da mesma forma, com o auxílio de uma trena graduada, medindo-se a distância do colo da planta até a extremidade da raiz principal.

O volume de raiz foi realizado com o auxílio de um copo graduado é preenchido com água registrando-se a leitura inicial, em seguida, a raiz é cuidadosamente imersa no copo, e a leitura final do nível da água é feita. A partir daí o volume da raiz foi calculado, subtraindo-se a leitura inicial da leitura final do copo graduado. Adicionalmente foram avaliadas a massa fresca total, determinada por

pesagem em balança digital, e a massa seca total, obtida após secagem em estufa e posterior pesagem em balança digital.

Etapa 3- Laboratório – Análise de Solo

Para caracterizar o composto orgânico de peixes, foram determinados diversos parâmetros cruciais, incluindo capacidade de troca catiônica, saturação de bases, soma de bases, acidez potencial, matéria orgânica, pH, magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), fósforo (P), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). Na etapa 4, as amostras coletadas no campo foram transportadas para o laboratório do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde passaram por um processo rigoroso de preparação. Primeiramente, as amostras foram secas em estufa a 60°C até atingirem peso constante, removendo toda a umidade presente. Em seguida, foram destorroadas utilizando almofariz e pilão, garantindo a homogeneização do material. O material destorroadado foi então peneirado através de uma malha de 2 mm para separar partículas maiores e assegurar uma amostra uniforme para análise subsequente.

Conforme a metodologia descrita por Camargo et al. (2009), várias técnicas foram aplicadas para a análise química das amostras preparadas. O pH foi medido em suspensão de solo:água na proporção de 1:2,5, utilizando um peagômetro calibrado. A capacidade de troca catiônica (CTC) foi determinada pelo método de saturação com acetato de amônio 1N a pH 7,0, seguido pela remoção do excesso de sal e medição dos cátions trocáveis. A saturação de bases e a soma de bases foram calculadas com base na concentração de cátions trocáveis, obtida por espectrofotometria de absorção atômica.

A acidez potencial foi determinada pela titulação com hidróxido de sódio (NaOH) após extração com cloreto de cálcio (CaCl₂). A matéria orgânica foi avaliada pelo método de oxidação com dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) em meio ácido. Por fim, a determinação de nutrientes como fósforo, boro, cobre, manganês e zinco foi realizada através de digestão ácida e leitura em espectrofotômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Esses procedimentos garantiram a obtenção de dados precisos e confiáveis sobre a composição química do composto orgânico de peixes, permitindo uma caracterização detalhada conforme os padrões estabelecidos por Camargo et al. (2009).

Etapa 4- Análise Estatística

Os dados foram submetidos a ANOVA ao nível de 5% de significância. Quando constatada significância procedeu-se a análise de médias pelo teste de Tukey e para doses também a análise de regressão, utilizou-se o R Studio. (R Core Team 2023).

O método de regressão não linear é uma forma de análise de regressão na qual os dados observados são modelados por uma função que é uma combinação não linear dos parâmetros do modelo e depende de uma ou mais variáveis independentes. Os dados são ajustados por um método de aproximações sucessivas (iterações) ou pelo método dos mínimos quadrados, entre outros (Morettin & Bussab, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compostagem

Os resultados da compostagem com maravalha de pinus e resíduos de peixe mostraram que a temperatura máxima atingida foi de 40°C. Esse aumento térmico foi favorável para a atividade de bactérias e fungos mesófilos, essenciais para a decomposição inicial dos materiais. A temperatura máxima se deu no trigésimo quinto dia e a partir daí manteve-se estável por mais 20 dias decrescendo até chegar à temperatura ambiente no centésimo vigésimo dia.

A temperatura não alcançou níveis mais elevados, possivelmente devido ao baixo volume da pilha e à granulometria dos materiais, fatores que, conforme observado por Pereira Neto (2007), podem ter contribuído para a perda de calor e, conseqüentemente, para a limitação das temperaturas máximas alcançadas.

Em contraste, o estudo de Teodoro et al. (2021) com compostos elaborados a partir de bagana de carnaúba e resíduos de peixe revelou um padrão de temperatura inicial significativamente mais alto, variando entre 55 e 65°C. Com a maturação dos materiais ao longo de 90 dias, as temperaturas médias finais aproximaram-se de 36°C. Esse padrão sugere que a combinação de materiais e o volume da pilha influenciam de maneira importante a dinâmica térmica do processo de compostagem.

Portanto, as diferenças nas temperaturas máximas observadas podem estar relacionadas não apenas aos tipos de resíduos utilizados, mas também às características físicas da pilha e dos materiais compostos.

Atributos químicos do composto orgânico

O composto orgânico produzido pela compostagem dos resíduos de fileteamento de pescados resultou em uma composição básica de macro e micro nutrientes conforme tabela 2.

Tabela 2 Atributos químicos do composto orgânico de resíduos de peixes. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto agrônomo De Campinas, 2001. Fonte: o autor

Atributos	Unidade	Valor
Matéria Orgânica (M.O)	g/dm ³	133
pH	-	5,5
Fósforo (P)	mg/dm ³	14550
Potássio (K)	mmolc/dm ³	20,1
Calcio (Ca)	mmolc/dm ³	1600
Magnésio (Mg)	mmolc/dm ³	65
Acidez potencial (H + Al)	mmolc/dm ³	42
Saturação de Bases (S.B)	mmolc/dm ³	1685,1
Capacidade de troca catiônica (C.T.C)	mmolc/dm ³	1727,1
V%	%	98
Boro (B)	mg/dm ³	0
Cobre (Cu)	mg/dm ³	0,5
Ferro (Fe)	mg/dm ³	4
Manganês (Mn)	mg/dm ³	1,3
Zinco (Zn)	mg/dm ³	2,3
pHSMP	-	6,01

A análise química do composto orgânico proveniente de resíduos de peixes revelou características que destacam sua relevância como uma fonte potencial de nutrientes para o solo. Os

resultados obtidos demonstram uma concentração significativa de matéria orgânica (M.O.) de 133 g/dm³, indicando a presença de compostos orgânicos decompostos que podem contribuir para a melhoria da estrutura do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. De acordo com (PACHECO et al., 2019), análises químicas de compostos maturados revelaram que o tratamento no qual houve adição exclusiva de resíduo de pescado resultou em uma maior quantidade de matéria orgânica, totalizando 186,0 g.dm⁻³ para o referido estudo.

O pH do composto de peixes revelou-se ligeiramente ácido (5,5), o que pode influenciar na disponibilidade de nutrientes para as plantas. Os resultados obtidos com o composto orgânico derivado de resíduos de peixes mostraram que os níveis de pH ficaram abaixo dos padrões recomendados pela Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 (Brasil, 2009), a qual estipula que o pH mínimo necessário para a comercialização do produto deve ser igual ou superior a 6,0 conforme estabelecido na legislação vigente. No entanto, esses parâmetros podem ser corrigidos para adequação às características comerciais

Para este trabalho utilizamos 80 % de resíduos de peixes e 20 % de material fibroso e um período de compostagem de 120 dias resultando em um composto com PH de 5,5 esses resultados diferem do encontrado por (VALENTE et al., 2016) em sua pesquisa sobre compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz, no qual obteve um composto com um pH de aproximadamente 6,90 utilizando 70% de material fibroso e 30% de resíduos de pescado e um período de 75 dias de compostagem. Portanto, o pH de 5,5 pode estar relacionado aos teores de materiais utilizados e à necessidade de um tempo de decomposição maior, pois o estado inicial de decomposição apresenta uma reação ácida, e com o decorrer do processo, o composto estabilizado acaba por apresentar uma reação alcalina.

Os níveis de macronutrientes, como o fósforo (14550 mg/dm³) e cálcio (1600 mmolc/dm³ e ou 32.000 mg/dm³), indicam que os resíduos de peixes constituem fontes significativas desses nutrientes. Essa constatação foi corroborada por (LANNO et al., 2020), que destacaram a riqueza desses nutrientes nos resíduos de pescado. Ainda conforme (BATALHA et al., 2023), o aumento da concentração total de fósforo pode ser atribuído ao fósforo solúvel imobilizado pelas células microbianas, que promovem o aumento do fósforo orgânico no composto.

Os teores de cálcio encontrados no composto de resíduos de peixe demonstram que este composto pode ser uma ótima fonte desse mineral para as plantas, segundo verificado no trabalho de Sousa et al., (2016) o teor de Cálcio se apresenta como uma excelente fonte deste nutriente, contribuindo para melhoria e correção dos solos e servindo na estrutura da planta, como integrante da parede celular, ainda conforme observado por RADZIEMSKA et al., (2019) a adubação do solo com composto de resíduos de peixe melhorou as relações K:(Mg+Ca), K:Mg e K:Ca, mas, simultaneamente

deteriorou a relação Ca:P o que pode ser verificado neste trabalho sendo as relações Ca e P bem discrepantes.

O alto valor da capacidade de troca catiônica (CTC) obtido no composto está diretamente relacionado com os altos teores de matéria orgânica e carbono orgânico obtidos no composto, especialmente devido à presença de substâncias húmicas (ácidos húmicos e ácidos fúlvicos) que são coloides eletronegativos com grande superfície específica conforme observado por VALENTE et al., (2008)

A capacidade de troca catiônica (C.T.C.) do solo (1727,1 mmolc/dm³) e o índice de saturação por bases (V%) 98% indicam uma boa capacidade de retenção e disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas.

Os teores de micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco também estão dentro de faixas aceitáveis, contribuindo para o desenvolvimento saudável da cultura da alface, no entanto os resultados encontrados foram bem diferentes aos encontrados por SANES et al., (2015) na qual para a compostagem de casca de arroz e resíduos de peixe obteve valores de 3,0 mg kg⁻¹ de Cu, 94,0 mg kg⁻¹ de zinco, 372,0 mg kg⁻¹ Fe, 279,0 Mn e 3,0 de B o que pode ser explicado pela diferenças da composição química das matérias primas utilizadas em ambos os experimentos. Os teores de boro no composto orgânico de peixe não puderam ser analisados devido à interferência da elevada concentração de matéria orgânica na metodologia de análise.

Para determinar o teor de nitrogênio do composto de resíduos de peixe utilizou-se a porcentagem de matéria orgânica (MO) como um indicador inicial considerando que no solo a mesma contem geralmente cerca de 3% a 6% de nitrogênio, com uma média comum de cerca de 5%, desta forma o teor aproximado de N no composto orgânico de resíduos de peixe ficou em 6,65 g/dm³ valor considerado adequado para a maioria das culturas. Para esses valores aproximados nos teores de N ainda podem ter ocorridos perdas por volatilização o que corrobora com o observado por SANES et al., (2015) no qual o elevado teor de nitrogênio no resíduo de pescado, aliado à ineficiência de algumas matérias-primas utilizadas para a composição da compostagem, leva à produção de amônia e consequentemente à perda de nitrogênio por volatilização.

Análise estatística para micronutrientes

Tabela 3 Análise ANOVA e TUKEY para os teores de micronutrientes Boro, Cobre, Ferro, Manganês, zinco e pH. Fonte: o autor.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pHSMP
T1 5% cama de frango	2.2100 a	3.050 a	45.50 a	28.625 a	15.225 a	7.5525 ab

T2 100% areia	0.0125 b	0.575 b	13.50 b	3.625 b	0.950 b	7.6850 a
T3 10% resíduos de peixe	0.1975 b	0.750 b	20.50 b	5.000 b	0.750 b	7.6850 a
T4 20% resíduos de peixe	0.0550 b	1.250 b	19.75 b	3.200 b	0.825 b	7.4025 bc
T5 30% resíduos de peixe	0.9775 ab	1.375 ab	21.25 b	5.175 b	1.200 b	7.2700 cd
T6 40% resíduos de peixe	0.2175 b	0.450 b	28.25 ab	5.725 b	1.050 b	7.1900 de
T7 50% resíduos de peixe	0.4250 b	0.375 b	20.75 b	5.575 b	1.200 b	7.0425 e
P-valor	0.0432	0.000988	0.117	0.00264	0.000946	2.28e-12
Significância	*	***		**	***	***

Conforme os resultados verificados na Tabela 3, por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey, observou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos considerados as variáveis analisadas os teores de micronutrientes.

Os resultados do teste de Tukey revelaram diferenças significativas nos teores de micronutrientes entre os tratamentos. O tratamento T1(cama de frango) demonstrou os teores mais elevados de todos os micronutrientes, com valores de B, Cu, Fe, Mn e Zn alcançando 2.2100 mg/dm³ de B, 3.050 mg/dm³ de Cu, 45.50 mg/dm³ de Fe, 28.625 mg/dm³ de Mn e 15.225 mg/dm³ de Zn, respectivamente. Valores aproximados foram obtidos por (BOTTREL et al., 2023) na avaliação de cama de frango fermentada o qual obteve valores de 1,14 mg/dm³ de B, 1,4 mg/dm³ de Cu, 24 mg/dm³ Fe, 40,6 mg/dm³ de Mn e 17,1 mg/dm³ de Zn.

Para os teores de cobre houveram diferenças significativas para o tratamento T5 em relação aos demais tratamentos avaliados, no entanto essas diferenças podem estar relacionadas a algumas variáveis. Segundo (PADUA JUNIOR et al., 2008) o Cu forma complexos com a matéria orgânica, apresentando diferentes constantes de estabilidade, afetando o destino final desse elemento no ambiente. De forma geral os teores de Cu se mantiveram em níveis considerados médios a altos na faixa de 0,3 mg/dm³ a 0,8 mg/dm³.

Para os teores de Ferro, Manganês e zinco houveram diferenças significativas entre o tratamento T1 cama de frango e os demais tratamentos sendo que os tratamentos T2 a T7 não diferiram estatisticamente, os teores de ferro encontrados para os tratamentos com composto orgânico de peixes estão acima de 12 mg/dm³ níveis considerados altos. Segundo Malavolta (1980), o ferro é o

micronutriente que se apresenta em maior teor no solo ainda conforme o autor o composto obtido é de boa qualidade uma vez que apresentou os teores de micronutrientes em níveis considerados ideais.

Os teores de manganês os níveis estão na faixa de 5 mg/dm³ os quais se encontram em níveis médios no composto orgânico de peixes e em níveis altos no tratamento T1 cama de frango. Os teores de zinco estão entre 0,7 e 1,2 mg/dm³ níveis considerados médios.

Análise estatística para macronutrientes

Tabela 4 Análise ANOVA e TUKEY para os teores de macronutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio, Matéria orgânica e pH. Fonte: o autor.

Tratamentos	M.O	pH	P	K	Ca	Mg
T1 5% cama de frango	11.00 bcd	7.250 a	938.00 b	21.150 a	169.25 bc	59.75 a
T2 100% areia	2.75 d	7.100 a	181.25 b	4.100 b	84.75 c	20.00 b
T3 10% resíduos de peixe	7.25 cd	6.425 b	440.00 b	4.12 b	79.25 c	16.50 b
T4 20% resíduos de peixe	10.50 bcd	6.075 b	588.00 b	3.450 b	80.75 c	15.75 b
T5 30% resíduos de peixe	17.75 bc	6.100 b	1232.00 b	3.675 b	171.50 bc	18.75 b
T6 40% resíduos de peixe	24.75 ab	6.150 b	1312.00 b	4.700 b	276.25 ab	21.00 b
T7 50% resíduos de peixe	39.25 a	6.025 b	3304.00 a	4.275 b	403.50 a	21.75 b
P-valor	2.1e-08	3.32e-09	2.12e-05	0.00103	1.64e-05	0.00329
Significância	***	***	***	**	***	**

Os tratamentos T1, T4, T5, T6 e T7 têm valores de M.O. significativamente diferentes de T2 e T3, os valores mais elevados para os teores de M.O foram os encontrados no T7, os valores encontrados se mantiveram em crescimento constante nas concentrações de matéria orgânica conforme a aplicação maior do composto 0% até 50% conforme verificado na tabela 4. Os valores de pH se mantiveram entre 6,0 e 7,2 não havendo diferenças significativas entre os tratamentos T3 a T7, sendo somente os tratamentos T1 e T2 apresentando diferenças significativas. Os teores de matéria orgânica podem ter influenciado nas pequenas variações do pH uma vez que a matéria orgânica tem um efeito tampão. Segundo (SILVA et al., 2013) as taxas de produção de amônio (através da mineralização do N-

orgânico) que passa pelo processo de nitrificação liberando prótons (H⁺) no meio tem como consequência a redução do pH e o aumento da acidez.

Os teores de fósforo indicam diferenças significativas entre os tratamentos. Os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 não diferem significativamente entre si em termos de teor médio de fósforo, no entanto o tratamento T6 difere dos demais tratamentos apresentando os maiores teores desse macronutriente. Todos esses tratamentos têm teores de fósforo significativamente menores em comparação com o tratamento T7 o qual apresentou os maiores teores de fósforo. Os teores de cálcio também seguiram uma tendência de aumento conforme maiores dosagens de composto de peixes, os tratamentos T1, T5, T6 e T7 apresentaram valores médios semelhantes o que demonstra que doses acima de 30% se assemelham muito aos teores encontrados na cama de frango T1 para o atributo Cálcio.

Conforme constatado por (LAOS et al., 2000), os resíduos de peixes exibem níveis consideráveis de fósforo (P) e cálcio (Ca), uma descoberta que foi reafirmada por (LANNO et al., 2020), evidenciando a riqueza desses resíduos em nutrientes como o P e Ca. Os aditivos provenientes de resíduos de peixes demonstram comportamento similar a fertilizantes de liberação lenta de nitrogênio (N) e possuem uma significativa capacidade de liberação de fósforo (P).

Para os teores de potássio houveram diferenças significativas entre os tratamentos T1 cama de frango e os tratamentos com o composto de peixes T3 a T7. Os teores de K se mantiveram em níveis considerados altos acima de 6,0 mmolc/dm³ o que demonstra a importância do composto de peixe como fonte de potássio. Os resultados encontrados no presente estudo para o potássio são inferiores aos obtido por (BATALHA et al., 2023) o qual obteve valores de 18,29 g/kg de potássio a partir de resíduos de pescados e vegetais.

Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos T2 a T7 para os teores de magnésio, sendo o tratamento T1 o que apresentou os maiores valores para esse macronutriente, os teores encontrados são considerados altos estando acima de 8 mmolc/dm³, o composto orgânico apresentou cerca de 790 ppm de Mg valores superiores aos encontrados por (TEODORO et al., 2021) o qual obteve 0,55 ppm de Mg compostos confeccionados com resíduos de pescado e bagana de carnaúba.

Tabela 5 Análise ANOVA e TUKEY para os teores Acidez total ou potencial, Bases trocáveis, Saturação por bases, Capacidade de troca catiônica. Fonte: O autor.

Tratamentos	H + Al	S.B.	C.T.C.	V%
T1 5% cama de frango	8.25 de	250.150 ab	258.400 ab	97.00 a
T2 100% areia	7.00 e	108.850 b	115.850 b	94.00 ab

T3 10% resíduos de peixe	8.50 de	99.875 b	108.375 b	92.00 ab
T4 20% resíduos de peixe	9.75 cd	99.950 b	109.700 b	91.00 b
T5 30% resíduos de peixe	11.25 bc	193.925 b	205.175 b	94.25 ab
T6 40% resíduos de peixe	12.25 ab	301.950 ab	314.200 ab	96.00 ab
T7 50% resíduos de peixe	14.50 a	429.525 a	444.025 a	96.75 a
P-valor	1.98e-11	0.000631	0.000502	0.373
Significância	***	***	***	

Conforme observado na tabela 5, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 apresentaram uma redução significativa nos valores de acidez potencial, em comparação com T1, enquanto os tratamentos T6 e T7 mostraram um aumento acentuado nesse parâmetro. Esses resultados sugerem que os tratamentos com teores de composto orgânico de peixe acima de 30% podem ter um efeito direto no aumento da acidez do solo, enquanto os tratamentos com teores entre 10% e 20% tendem a reduzir a acidez do solo em comparação com T1. O valor da acidez potencial, nas amostras analisadas variou de 0,8 cmolc/dm³ até 1,4 cmolc/dm³ sendo estes valores considerados médios. Segundo (MORATO; OLIVEIRA; SILVA, 2021) esses atributos indicam as condições de acidez do solo provocadas por hidrogênio e alumínio que estão competindo com as bases pela CTC potencial do solo. Os resultados encontrados neste trabalho são semelhantes aos encontrados por VIEIRA et al., (2022) o qual verificaram menores médias para H⁺Al, após a aplicação do esterco de aves.

Houveram diferenças significativas entre os tratamentos analisados para a soma de bases. Os tratamentos T1, T6 E T7 apresentaram os maiores teores, já os tratamentos T2, T4 e T5 obteve uma soma de bases menor e não são significativamente diferentes entre si. Todos os tratamentos são diferentes uns dos outros, exceto T2, T3, T4 e T5, que são estatisticamente semelhantes em termos de soma de bases. Os elevados teores de potássio, cálcio e Magnésio contribuíram para os valores encontrados para as somas de base e consequentemente para os valores de V% os quais foram acima de 50%, a maioria das culturas apresentou boa produtividade quando no solo é obtido valor V% entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5.

Desenvolvimento das plantas

Conforme os resultados das medidas verificadas na Tabela 6 e 7, por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey, observou-se diferenças entre os tratamentos considerados para algumas das variáveis analisadas.

Tabela 6 Análise ANOVA e TUKEY para os indicadores de Tamanho de raiz (TR), volume de raiz (VR), Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS). Fonte: o autor.

Tratamentos	Tamanho de Raiz (TR)	Volume de Raiz (VR)	Massa Fresca (MF)	Massa Seca (MS)
T1 5% cama de frango	7.85 a	2.30 b	21.00 ab	1.077 bc
T2 100% areia	12.65 a	5.37 ab	4.00 b	0.396 c
T3 10% resíduos de peixe	9.62 a	7.12 a	31.25 a	1.741 abc
T4 20% resíduos de peixe	12.67 a	5.47 ab	34.00 a	1.782 abc
T5 30% resíduos de peixe	13.42 a	4.82 ab	36.25 a	2.233 ab
T6 40% resíduos de peixe	11.82 a	5.60 ab	40.75 a	3.277 a
T7 50% resíduos de peixe	13.45 a	6.62 a	37.00 a	2.748 ab
p-valor	0.0477	0.0257	0.000926	0.000114
Significância	*	*	***	***

O tamanho das raízes (TR) não apresentou disparidades entre os tratamentos analisados para as diferentes proporções de composto orgânico para os tratamentos T1 a T7. Especificamente, para o tratamento T2 (100% areia) registrou-se uma média consideravelmente alta de tamanho de raiz devido à eficiente exploração radicular das plantas, resultando em uma maior ramificação para a busca de nutrientes. Isso também foi observado por (TEODORO et.al., 2021) que utilizam um composto orgânico a base de resíduos de peixes para produção de mudas de alface, apenas a variável crescimento da raiz não teve diferenças significativas, o autor destaca em seu trabalho que um dos fatores mais importantes na formação de mudas de qualidade são o volume das células e ou vasos.

Outro fator que pode ter contribuído para o ótimo desenvolvimento radicular das mudas de alface além da parte nutricional é a porosidade do material. Isso também foi observado por (SILVA et al., 2020), que, em seu estudo sobre o desempenho agrônômico da alface com diferentes substratos orgânicos e níveis de sombreamento, observou que substratos compostos por casca de pinheiro, vermiculita, turfa, carvão, NPK e micronutrientes proporcionaram tamanhos de raiz mais expressivos. Esses substratos oferecem elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas e promovem uma

aeração adequada, com macro e micro poros em equilíbrio, facilitando a produção de plantas vigorosas, saudáveis e com um sistema radicular bem desenvolvido.

Outros trabalhos como o de VERAS et al., (2019, apud SOUZA & ALCÂNTARA, 2008) ressaltam que o composto orgânico atua principalmente como condicionador e melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, fornece nutrientes, favorecendo um rápido enraizamento e aumentando a resistência das plantas. Embora a disponibilidade de nutrientes possa influenciar o crescimento e a morfologia das raízes, a formação do volume da raiz não é diretamente proporcional à quantidade de nutrientes disponíveis. Isso ficou evidente nas médias de tamanho de raiz em comparação com as médias de volume de raiz as quais não seguiram uma relação direta para os tratamentos com 10% de composto de peixes e 50 % de composto de peixe.

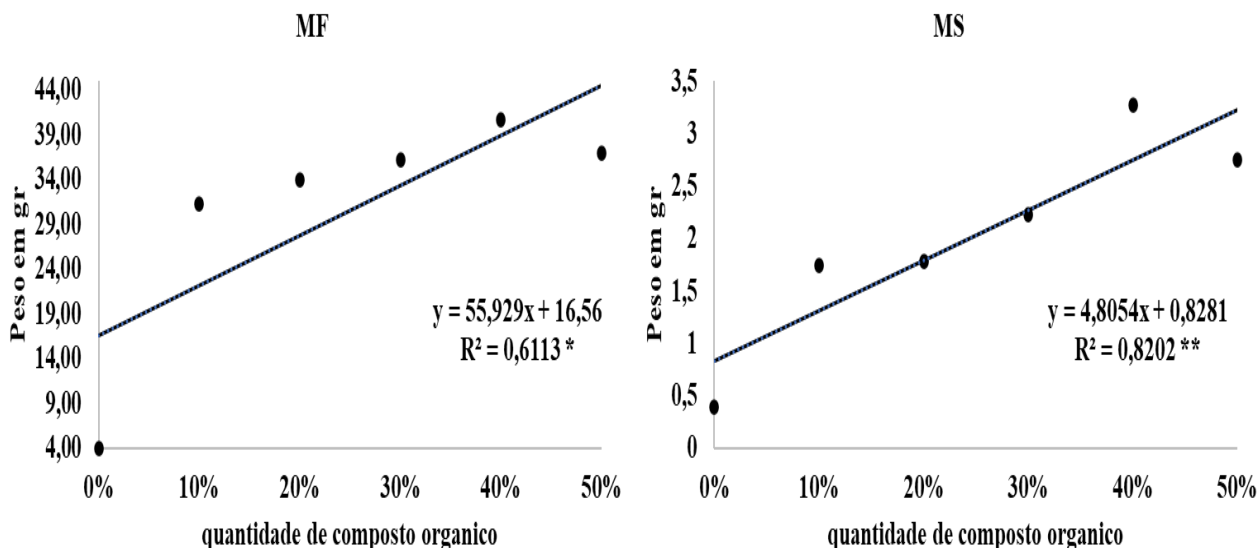
Para massa fresca (MF) também não houveram diferenças significativas entre os tratamentos T3 a T7 para as diferentes dosagens de composto orgânico de peixes, também não houve influência das diferentes significativa com relação ao tamanho das raízes para as diferentes doses de composto orgânico de peixe. Essa relação de crescimento também foi encontrada por LIMA et al., (2017, apud Silva & Queiroz, 2014) os quais verificaram que o aumento da altura das plantas é em função da maior área explorada pelo sistema radicular em maiores volumes.

Os tratamentos T1(cama de frango) e T2 (areia) obtiveram menor desempenho nos quesitos massa fresca e massa seca devido a baixa disponibilidade de nutrientes do substrato o que corrobora com o verificado por (ZUFFO et al., 2016) o qual em seu estudo afirma que essas variáveis estão associadas diretamente ao da área fotossintética da planta. Plantas com maior área fotossintética, conseqüentemente, terão maior produção de foto assimilados, resultando em crescimento e desenvolvimento.

Conforme podemos visualizar na Figura 3 a relação de peso da Massa Fresca (MF) se confirmou para Massa Seca (MS), esperava-se que houvesse uma relação linear entre essas duas variáveis, onde um aumento na massa fresca seria acompanhado por um aumento proporcional na massa seca. No entanto, os resultados obtidos revelaram que essa relação não foi linear, especialmente quando consideramos as diferentes dosagens dos tratamentos com composto orgânico de peixes.

Análise de Regressão Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS)

Figura 3 *Análise de Regressão Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) para os diferentes tratamentos.*
Fonte: o autor



Conforme observado na figura 3, constatou-se aumentos gradativos até o nível de 40% (T6), e após isso um ponto de inflexão na curva indicando a concentração máxima tolerada pela espécie. Apesar de um aumento na resposta da planta em relação a dosagem do composto orgânico de peixes, os valores da massa seca não aumentaram expressivamente. Isso sugere que outros fatores, além da quantidade do composto aplicado, podem estar influenciando o crescimento e o desenvolvimento da cultura da alface.

Análise ANOVA e TUKEY Altura de plantas (AP)

Tabela 7 Analise ANOVA e TURKEY Altura de plantas (AP) aos 7,12,17 e 22 dias.

Tratamentos	AP 7 dias	AP 12 dias	AP 17 dias	AP 22 dias
T1 5% cama de frango	6.52 ab	8.37 bc	13.17 b	19.02 b
T2 100% areia	5.62 b	6.82 c	9.75 c	10.62 c
T3 10% resíduos de peixe	7.12 ab	11.50 a	18.37 a	24.65 a
T4 20% resíduos de peixe	7.75 a	11.20 a	18.25 a	23.45 a
T5 30% resíduos de peixe	7.37 ab	11.25 a	19.32 a	24.27 a
T6 40% resíduos de peixe	6.95 ab	10.62 ab	18.27 a	23.42 a
T7 50% resíduos de peixe	7.25 ab	10.02 ab	17.55 a	24.10 a

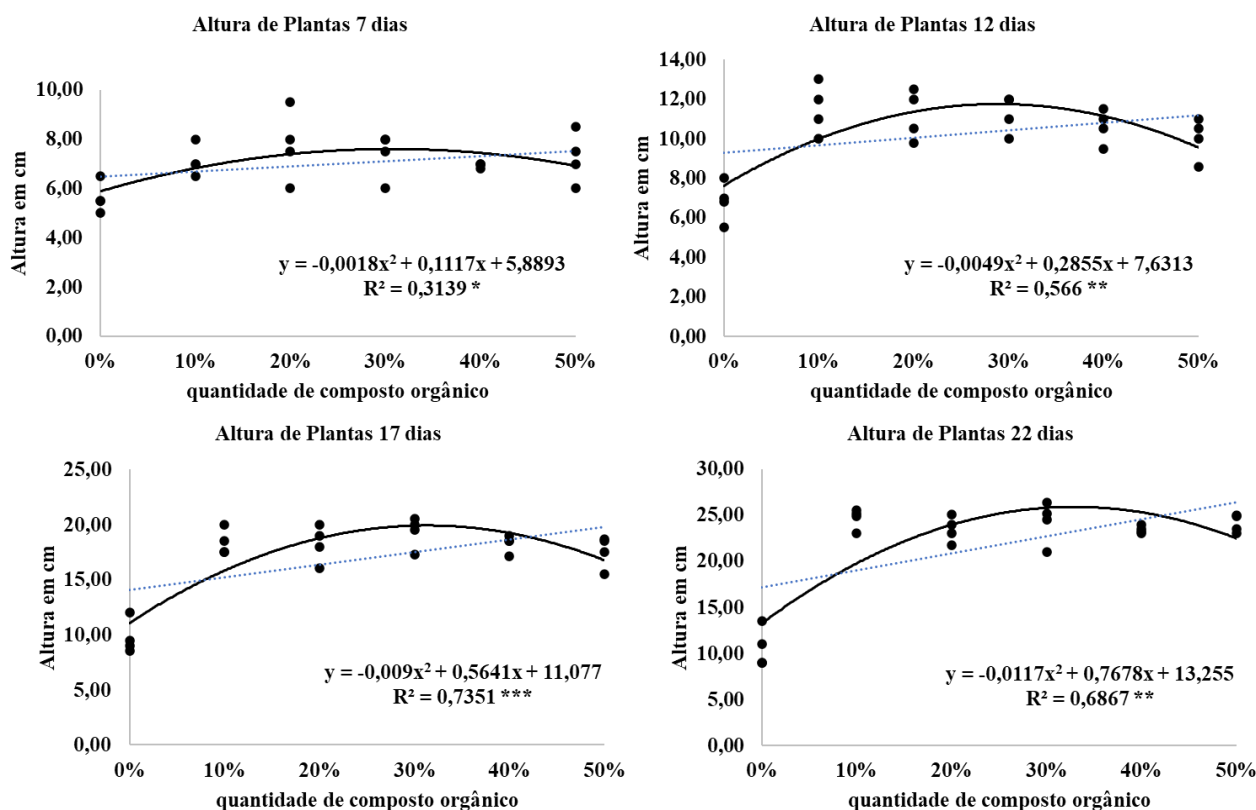
P-valor	0.0439	1.92e-05	6.1e-09	3.92e-11
Significância	*	***	***	***

Com exceção das alturas das plantas (AP) aos 7 dias, quando a cultura da alface ainda estava em fase de adaptação após o plantio, houve homogeneidade nas alturas das plantas para os tratamentos T3 a T7. As menores médias foram verificadas aos 12, 17 e 22 dias nos tratamentos T1 (cama de aves) e T2 (testemunha 100% areia), como era esperado.

Quanto à estatura das plantas, diversos elementos podem influenciar os resultados, como diferentes cultivares e variedades de alface, temperatura, espaçamento, local de plantio e disponibilidade de nutrientes. Silva et al. (2000), ao investigarem o comportamento de diversas cultivares de alface em distintos espaçamentos sob condições de temperatura e luminosidade elevadas, observaram um impacto significativo dos fatores cultivar e espaçamento na altura das plantas de alface. Isso sugere que o espaçamento de 20 x 20 cm é mais favorável para o desenvolvimento de plantas mais altas, indicando uma possível competição por luz em espaçamentos mais densos, conforme sugerido por estudos anteriores.

Por outro lado, de acordo com (PONCIANO et al., 2020), que investigou diferentes composições e volumes de substrato na produção e qualidade de mudas de alface, foi observada uma relação quadrática entre a altura das plantas de alface e o volume do recipiente, indicando que o aumento do volume do recipiente resulta em mudanças na altura das plantas de alface de forma não linear. Portanto, os resultados deste estudo para a altura das plantas (AP) aos 22 dias não apresentaram variações entre os tratamentos, devido às condições ambientais padronizadas e ao volume uniforme dos recipientes utilizados no experimento. Além disso, o mesmo autor conclui que o volume do substrato tem um papel mais determinante no desenvolvimento das mudas de alface do que o aumento da concentração de composto orgânico.

Figura 4 *Análise de regressão para Altura das Plantas ao longo de 22 dias de cultivo. Fonte: o autor*



Com base nos gráficos de regressão foi possível observar que as plantas de alface mantiveram uma tendência de crescimento ao longo dos 22 dias de experimento. O tratamento T3 com 10 % de compostagem de peixe foi o que obteve melhores resultados em relação dosagem/altura de plantas aos 22 dias, no entanto todos os tratamentos com o composto de resíduos de fileteamento de peixes obtiveram resultados satisfatórios em relação ao desenvolvimento das plantas conforme a figura 4.

Os tratamentos T3, T4, T5, T6 e T7, todos utilizando compostos derivados do fileteamento de peixes, mostraram resultados positivos em termos de crescimento e desenvolvimento das alfaces. Estes tratamentos favorecem um crescimento mais robusto e uma maior massa fresca e seca das plantas. Isso sugere que o composto de peixe oferece nutrientes que são mais benéficos para o desenvolvimento das alfaces em comparação com os outros compostos utilizados. O composto proveniente de resíduos de peixes tem a vantagem de possuir um teor importante de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio. Além disso, o composto de resíduos de peixes serve para manter a qualidade do mesmo, ajudando este a permanecer em boas condições e livre de contaminantes, como metais pesados e compostos fitotóxicos (Radziemska et al, 2019; Kusuma & Yulianto, 2019).

Por outro lado, os tratamentos T1 e T2, que receberam compostos orgânicos de cama de frango, não foram tão eficazes. A menor massa fresca (MF) e massa seca (MS) observadas nesses tratamentos, assim como a menor altura das plantas (AP), indicam que esses compostos podem não ter

proporcionado as condições ideais para o crescimento das alfaces. Os valores obtidos para o tratamento T1, com massa fresca de 21,00 g, massa seca de 1,077 g e altura de plantas de 19,02 cm, foram inferiores aos resultados obtidos por Saldanha et al. (2021), que observaram valores de 195,50 g para massa fresca, 23,18 g para massa seca e 15,17 cm para altura de plantas, utilizando uma dosagem de 20% de composto orgânico de cama de frango em vasos de 2 L.

Além disso, os resultados de Penteado et al. (2023) corroboram a ideia de que doses intermediárias de composto orgânico são mais eficazes. Eles observaram que as melhores doses para a cultura da alface variaram entre 100 g e 300 g, evidenciando que tanto doses muito baixas quanto muito altas podem ser menos eficazes.

A diferença de desempenho observada entre o composto de peixe e o composto de cama de frango pode ser atribuída à diferença na composição nutricional e na disponibilidade de nutrientes dos compostos (Ebrahim Shehata, 2023). O composto de peixe pode fornecer uma gama mais ampla e equilibrada de nutrientes essenciais para o crescimento das alfaces, enquanto o composto de cama de frango pode ter uma composição menos adequada para as necessidades específicas das plantas.

Além disso, a dosagem de 50 g por planta de composto orgânico de cama de frango pode ter sido insuficiente para promover um crescimento ideal, como evidenciado pelos resultados inferiores comparados aos obtidos com o composto de peixe. O volume do vaso utilizado também pode ter influenciado os resultados, uma vez que a capacidade do vaso pode limitar a disponibilidade de nutrientes e o desenvolvimento das raízes.

Os resultados sugerem, coincidindo com o trabalho de Illera-Vives et al (2015), que o uso de compostos orgânicos derivados do fileteamento de peixes é mais eficaz para promover o crescimento e o desenvolvimento das alfaces em comparação com o composto de cama de frango, particularmente quando utilizado em doses adequadas. O ajuste das dosagens e a escolha do tipo de composto são cruciais para otimizar o crescimento das plantas e melhorar a produtividade.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos da análise química do composto orgânico derivado de resíduos de peixes, é possível concluir que há um potencial significativo dos resíduos de fileteamento como fonte de nutrientes para o solo. A alta concentração de matéria orgânica indica a presença de compostos orgânicos que podem melhorar a estrutura do solo e aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Apesar do pH ligeiramente ácido, que está abaixo dos padrões recomendados pela legislação, ajustes podem ser realizados para adequação comercial.

Os níveis elevados de fósforo (P) e cálcio (Ca) encontrados nos resíduos de peixes destacam a importância desses nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, a presença de micronutrientes dentro de faixas aceitáveis contribui para o desenvolvimento saudável das culturas. As variações nos resultados em comparação com estudos anteriores podem ser atribuídas às diferenças nas composições dos materiais utilizados.

O composto orgânico de resíduos de peixes pode desempenhar um papel crucial na fertilização do solo, fornecendo uma gama diversificada de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Observou-se que dosagens de 10% de composto orgânico de peixes já trazem resultados positivos, indicando esse valor como sendo o de maior custo-benefício. Em contrapartida, dosagens superiores a 30% podem não ter um efeito positivo adicional no desenvolvimento das plantas. Portanto, recomenda-se a utilização de uma proporção de 10% para otimizar os benefícios econômicos e agrônômicos desse composto orgânico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. C. DE O.; CERQUEIRA, G. S.; CARNEIRO, C. E. A. Prospecção Tecnológica para Processos de Compostagem de Resíduos Orgânicos. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 4, p. 1177, 2020.

BATALHA, O. DE S. et al. Avaliação da Composição Química de Compostos Orgânicos Oriundos de Resíduos de Pirarucu (*arapaima gigas*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 11–22, 28 dez. 2023.

BOTTREL, S. C. et al. Uso da cama de frango fermentada e não fermentada na adubação de culturas agrícolas. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e7512139268, 2023.

BRASIL (2010). Lei 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. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm. Acesso em: 10 fev. 2024.

BRASIL. Instrução normativa SDA Nº 25, de 23 de julho de 2009. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento.**, p. 1–18, 2009.

CAMARGO, O. A. et al. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 2009. Disponível em:

https://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf

f Acesso em: 21 fev. 24.

CARLA FERNANDES OLIVEIRA, D. et al. Reaproveitamento de Resíduos na Cadeia Agroindustrial do Pescado: uma revisão. **Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria**. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/619.pdf> Acesso em: 21 fev. 24.

CHAVES, P. DE T. DA C.; VINK, J. M. Rejeitos da atividade pesqueira no litoral do Paraná: Gestão atual e potencial para destinação alternativa. **Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 6, n. July, p. e2017004, 2017.

EBRAHIM SHEHATA, E. A. (2023). Composting Fish Waste Combined with Cow and Poultry Manure to Produce an Environmentally Friendly Organic Fertilizer. **Alexandria Science Exchange Journal**, 44(4), 705-712.

EBRAHIM SHEHATA, Ebrahim. Composting Fish Waste Combined with Cow and Poultry Manure to Produce an Environmentally Friendly Organic Fertilizer. **Alexandria Science Exchange Journal**, v. 44, n. 4, p. 705–712, 2023.

FELTES, M.C.M.; CORREIA, J.F.G.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M., NINOW, J.L.; SPILLER, V.R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.669–677, 2010.

FERNANDES, F. Manual prático para a compostagem de Biossólidos. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**, p. 84, 1999.

ILLERA-VIVES, M., LABANDEIRA, S. S., BRITO, L. M., LÓPEZ-FABAL, A., & LÓPEZ-MOSQUERA, M. E. (2015). Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. **Scientia Horticulturae**, 186, 101-107.

KUSUMA, I. M., & YULIANTO, B. (2019). Utilization of fish waste processing as compost raw material in Tambak Lorok Market. **In E3S Web of Conferences** (Vol. 125, p. 07004). EDP Sciences.

LANNO, M. et al. Open windrow composting of fish waste in Estonia. **Agronomy Research**, v. 18, n. 4, p. 2465–2477, 2020.

LAOS, F. et al. Nutrient availability of composted and noncomposted residues in a Patagonian Xeric Mollisol. **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, n. 6, p. 462–469, 2000.

LIMA, T.J.L.; CECCHERINI, G.J.; SALA, F.C.; PEIXOTO, C. Mudas de *Lactuca sativa* L. produzidas em diferentes formatos e volumes de bandejas. **Revista Científica UNAR, Araras**, v. 15, n. 2, p. 117-125, 2017.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 228p, 1980.

MORAES, C. S. B. DE et al. Metodologia Para Implantação Do Plano De Gerenciamento De Resíduos Em Instituições. **Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento**, n. March 2022, p. 190–202, 2019.

MORATO, L. X. DE O.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, V. A. Variabilidade espacial de atributos químicos da fertilidade do solo da fazenda Varginha / Variabilidade espacial de atributos químicos da fertilidade do solo da fazenda Varginha. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 119119–119135, 2021.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W.O. Estatística Básica. 9a. ed. São Paulo: **Editora Saraiva**, 2017. v. 1. 520p.

OLIVEIRA, A. M. G.; A, DE AQUINO, A. M.; NETO, M. T. D. C. N. Compostagem Caseira de Lixo Orgânico. **Circular Técnica - EMBRAPA**, p. 1–6, 2005.

PACHECO, M. G. F. et al. Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos resíduos de pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís – MA. **Revista GEAMA**, v. 5, n. 2, p. 43–48, 2019.

PADUA JUNIOR, A. L. et al. Métodos de determinação da disponibilidade de cobre em substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 202–208, 2008.

PENTEADO, V.; SCHIEBELBEIN, L. M.; OLINIK, J. R. Produtividade da alface roxa com diferentes doses de adubação orgânica em coberturas de solo distintas. **Revista Scientia Rural** v. 27, n. 1 p.64-75, 2023.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa: UFV, 81 p, 2007.

PONCIANO, P. et al. Diferentes composições e volume de substrato na produção e qualidade de mudas de alface. **Scientia Naturalis**. v. 2, n. 2, p. 488-498, 2020.

R CORE TEAM (2023). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

RADZIEMSKA, M. et al. Valorization of Fish Waste Compost as a Fertilizer for Agricultural Use. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 9, p. 2537–2545, 2019.

RADZIEMSKA, M., VAVERKOVÁ, M. D., ADAMCOVÁ, D., BRTNICKÝ, M., & MAZUR, Z. (2019). Valorization of fish waste compost as a fertilizer for agricultural use. **Waste and Biomass Valorization**, 10, 2537-2545.

SALDANHA, C. F.; RIBEIRO, K. D. Eficácia do composto de cama de frango como adubo orgânico no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) em ambiente protegido. **Sustentare**, v. 5, n. 1, p. 49–62, 2021.

SANES, F. S. M. et al. Waste composting and proving fish for production the organic fertilizers. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 36, n. 3, p. 1241–1251, 2015.

SILVA DE SOUZA, N.; CANDIANI, G. Prática da compostagem em microescala como fator para valorização de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 327–335, 2017.

SILVA, A. V. DA et al. Desempenho agrônômico da alface com diferentes substratos orgânicos e sombreamentos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e25691210991, 21 dez. 2020.

SILVA, V. F. DA et al. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 183–187, 2000.

SILVA, V. M. da; RIBEIRO, P. H.; TEIXEIRA, A. F. R.; SOUZA, J. L. de. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 187-198, 2013.

SILVA, V. P. M. E; CAPANEMA, L. X. DE L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil - Public policies in solid waste management: compared experiences and challenges for Brazil. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, v. 25, p. 153–200, 2019.

SOUSA, W. L. DE et al. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) walp.)¹. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, p. 252–270, 2016.

TEODORO, M. S.; PEREIRA, A. M. L. Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 441–449, 2021.

VALENTE, B. S. et al. Compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 237–248, jun. 2016.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59–85, 17 set. 2008.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O Clima Do Litoral Do Estado Do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, 2008.

VASCONCELOS, I. F. M. DE; ARANTES FILHO, W.; SILVA, J. D. DOS S. Análise Da Compostagem Dos Resíduos Sólidos Orgânicos No Município De Itapagipe/Mg. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 8, p. 402–414, 2021.

VERAS, R. N. DOS S. et al. Desempenho da alface Vanda em relação ao uso de adubo químico e composto orgânico. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 1, p. e3581618, 1 jan. 2019.

VIEIRA, C. R.; BOTELHO, R. A.; COSTA, P. P. DA. Influências Dos Estercos Nas Características Químicas De Um Latossolo Vermelho. **Revista do Instituto Florestal**, v. 34, n. 2, p. 109–119, 2022.

ZHAO, S.; SCHMIDT, S.; QIN, W.; LI, L.; LI G.; ZHANG, W. Towards the circular nitrogen economy –A global meta-analysis of composting technologies reveals much potential for mitigating nitrogen losses. **Science of the Total Environment**, v. 704, 135401, 2020.

ZUFFO, A. M. et al. Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 145–153, 2016.