









## Uso de resíduos de peixe como biofertilizante no cultivo de espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*)

Lorena Maria Rocha dos Santos  Zária da Silva Cardoso  Talita Monteiro de Souza  Edvane de Lourdes Pimentel Vieira  Tulio Silva Lara  & Hérilon Mota Atayde\* 

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Brasil

Recebido 19 abril 2026 / Aceito 26 maio de 2026

### Resumo

Este estudo avaliou o efeito do uso de fertilizante à base de resíduos de pescada (*Plagioscion* spp.) no cultivo do espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*). Para isso, por meio do processo de compostagem, elaborou-se o fertilizante utilizando resíduos do filetagem deste peixe. Posteriormente, para a testagem do composto (biofertilizante) obtido, amostras de espinafre foram cultivadas nos seguintes substratos, sendo teste T1 (= solo + 59 g de composto de resíduos de peixe) e T2 (= solo + 27,6 g de composto de resíduos de peixe); e controles T3 (= sem fertilizante adicionado ao solo), T4 (= solo + 3 g de NPK) e T5 (= solo + 3 g de cama de frango), acomodados em saco plásticos pretos. O cultivo durou 60 dias e durante esse período experimental, quinzenalmente, foram avaliadas as variáveis sobrevivência e altura das plantas como indicadores da eficiência do composto de resíduos de peixe como fertilizante. Os resultados mostraram que, com 60 dias de experimento, a taxa de sobrevivência foi equivalente a 100% nos demais substratos, exceto para o T4 (com 80%). Mesmo que aos 30 dias de cultivo a altura das plantas não tenha se diferenciado significativamente, aos 60 dias se observou que aquelas fertilizadas com o composto de peixe apresentaram maior porte que as que utilizaram outros substratos. Já para o número de folhas, o maior quantitativo foi constatado aos 60 dias de cultivo com no substrato T1, aquele com maior quantidade do biofertilizante de resíduos de peixe. Constata-se que a fertilização de solos com biofertilizante de resíduos de peixe forneceu nutrientes suficientes para o crescimento adequado e relevante dessa planta quando comparado aos demais utilizados. Portanto, utilizar o composto de resíduos de peixe contribuiu de forma eficiente para o cultivo do espinafre-amazônico.

**Palavras-chave:** compostagem, *Plagioscion*, subproduto, hortaliça.

### Abstract - Use of fish residue as biofertilizer in the cultivation of Amazonian spinach (*Alternanthera sessilis*)

This study evaluated the effect of using a fertilizer based on fish residues from South American silver croaker (*Plagioscion* spp.) on the cultivation of Amazonian spinach (*Alternanthera sessilis*). To this end, the fertilizer was produced through a composting process using filleting residues from this fish species. Subsequently, to evaluate the resulting compost (biofertilizer), spinach samples were cultivated in the following substrates: T1 (= soil + 59 g of fish residue compost) and T2 (= soil + 27.6 g of fish residue compost); and controls T3 (= no fertilizer added to the soil), T4 (= soil + 3 g of NPK), and T5 (= soil + 3 g of chicken litter), all placed in black plastic bags. The cultivation period lasted 60 days, and during this experimental period, plant survival and height were evaluated every two weeks as indicators of the efficiency of the fish residue compost as a fertilizer. The results showed that, after 60 days, the survival rate reached 100% in all substrates except T4 (80%). Although plant height did not differ significantly after 30 days of cultivation, after 60 days, plants fertilized with fish compost exhibited greater growth than those cultivated in the other substrates. Regarding leaf number, the highest values were observed after 60 days in substrate T1, which contained the highest amount of fish residue biofertilizer. Fertilization with fish residue biofertilizer provided sufficient nutrients for adequate plant growth compared with the other substrates tested. Therefore, the use of fish residue compost contributed effectively to the cultivation of Amazonian spinach.

**Keywords:** composting, *Plagioscion*, byproduct, vegetable.

## Resumen - Uso de residuos de pescado como biofertilizante en el cultivo de espinaca amazónica (*Alternanthera sessilis*)

Este estudio evaluó el efecto del uso de un fertilizante a base de residuos de pescada (*Plagioscion* spp.) en el cultivo de espinaca amazónica (*Alternanthera sessilis*). Con este fin, el fertilizante fue producido mediante un proceso de compostaje utilizando residuos del fileteado de esta especie de pescado. Posteriormente, para evaluar el compost obtenido (biofertilizante), se cultivaron muestras de espinaca en los siguientes sustratos: T1 (= suelo + 59 g de compost de residuos de pescado) y T2 (= suelo + 27,6 g de compost de residuos de pescado); y los controles T3 (= sin fertilizante añadido al suelo), T4 (= suelo + 3 g de NPK) y T5 (= suelo + 3 g de estiércol de gallina), todos dispuestos en bolsas de plástico negras. El período de cultivo tuvo una duración de 60 días y, durante este período experimental, la supervivencia y la altura de las plantas fueron evaluadas cada dos semanas como indicadores de la eficiencia del compost de residuos de pescado como fertilizante. Los resultados mostraron que, después de 60 días, la tasa de supervivencia alcanzó el 100% en todos los sustratos, excepto en T4 (80%). Aunque la altura de las plantas no presentó diferencias significativas después de 30 días de cultivo, a los 60 días las plantas fertilizadas con compost de pescado mostraron mayor crecimiento que aquellas cultivadas en los demás sustratos. En cuanto al número de hojas, los valores más altos se observaron después de 60 días en el sustrato T1, que contenía la mayor cantidad de biofertilizante de residuos de pescado. La fertilización con biofertilizante de residuos de pescado proporcionó nutrientes suficientes para un crecimiento adecuado de las plantas en comparación con los demás sustratos evaluados. Por lo tanto, el uso de compost de residuos de pescado contribuyó eficazmente al cultivo de espinaca amazónica.

**Palabras clave:** compostaje, *Plagioscion*; subproducto, vegetal.

## Introdução

A crescente demanda pela carne de peixe, tanto no mercado interno quanto externo, tem intensificado o trabalho nas indústrias frigoríficas, ocasionando uma grande quantidade de resíduos (Reis et al., 2023; Santos, 2025). Uma parte considerável desses resíduos são compostos sólidos gerados a partir do beneficiamento do pescado, podendo variar de 50 até 80% de material orgânico a ser descartado, causando impactos ambientais, sociais e econômicos, caso não tenham uma destinação apropriada (Açaç et al., 2026; Carpio et al., 2023; Coppola et al., 2021; Meeker, 2009).

Esses resíduos inclui as cabeças, escamas, nadadeiras, peles, vísceras e espinhas (Pinto et al., 2017). Geralmente, são compostos por aminoácidos, peptídeos bioativos, colágenos, enzimas, óleos e minerais (Coppola et al., 2021), os quais apresentam um grande potencial para aproveitamento em diversos meios de produção, promovendo o seu uso sustentável (Teodoro & Pereira, 2021).

Uma das formas de aproveitamento destes resíduos é a compostagem, uma tecnologia sustentável, econômica e prática, que transforma a matéria orgânica em fertilizantes com grande valor nutricional, de forma bastante simples, reproduzível por pequenos produtores devido a não exigir pessoas ou equipamento especializados, necessitando apenas de cuidados e atenção na sua condução (Machado, 2022).

Compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana que ocorre com a presença de oxigênio, gerando adubos orgânicos ou biofertilizantes, também denominados de compostos (Brasil, 2017). Quando eles são produzidos a partir de resíduos de peixe, são caracterizados por conterem elementos químicos importantes que possibilitam uma alta qualidade na fertilização do solo e, conseqüentemente, no desempenho das plantas (Motta et al., 2024).

O trabalho de Teodoro e Pereira (2021), no qual o composto de resíduos de pescado foi aplicado no cultivo de alface, evidenciou a viabilidade desse fertilizante, considerado promissor devido apresentar efeitos positivos no desenvolvimento dessa hortaliça.

Assim, percebe-se que o enriquecimento do solo pela aplicação de compostos produzidos com resíduos de peixe parece uma interessante alternativa para o cultivo de vegetais de interesse para o consumo humano. Apesar disso, ainda não há dados na literatura científica que apontem tal aplicação tecnológica em resíduos de peixe e/ou plantas da Amazônia.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apontar evidências que valorizam o uso do composto de resíduos de peixes amazônicos pescada (*Plagioscion* spp.) no desempenho fitotécnico de espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*).

## Material e Métodos

### Locais de estudo

Todo o experimento foi conduzido na cidade de Santarém, estado do Pará, Brasil. Os procedimentos ocorridos e seus exatos locais são apontados a seguir:

a) a produção do fertilizante de resíduos de peixe e a verificação dos índices fitotécnicos foram efetuadas no Laboratório de Microbiologia e Processamento do Pescado (LMPP), situado nas coordenadas de latitude 2°25'19.59"S e longitude 54°44'23.28"W, com altitude de 19,93 metros, aproximadamente.

b) o cultivo vegetal, efetuado para atestar a eficiência do fertilizante de resíduos de peixe, foi conduzido na Floricultura Rosa Vermelha, localizada na Comunidade Lavras, situado nas coordenadas de latitude 2°36'14.07"S e longitude 54°47'03.68"W, com altitude de 159,35 metros, aproximadamente.

### Produção do biofertilizante de resíduos de peixe

O biofertilizante foi produzido através do processo de compostagem e nele foram utilizados resíduos do filetagem do peixe pescada (*Plagioscion* spp.) coletados em frigoríficos locais. A descrição dessa obtenção, apresentada a seguir, foi adaptada do procedimento experimental de Valente et al. (2017).

Assim, caixas organizadoras de 50 litros, adaptadas como composteiras, foram preenchidas com camadas de materiais na seguinte ordem vertical ascendente: vegetal/peixe/vegetal/inóculo, nas quantidades de 6,00/ 5,10/ 6,00/ 0,55 quilos, respectivamente, que constituíam o sistema de compostagem.

Cada um desses materiais tinha a seguinte composição: vegetal = aparas de gramas, mais galhos e folhas decíduas, em diferentes graus de integridade, porém de tamanho e espessura reduzidos, não medidos; peixe = partes ósseas com carne aderida, incluindo a cabeça, reduzidos em três diferentes formas: o picado com cutelo, o moído em equipamento industrial, mais a farinha obtida por redução seca conforme Albuquerque et al., (2025); inóculo = solo orgânico úmido, retirado de área com cobertura vegetal e colhido até o máximo de 10 cm de profundidade.

Durante a compostagem, foram efetuadas regas periódicas para manter a umidade do sistema em 50%, utilizando água de poço, não clorada. O chorume produzido pelo sistema não foi utilizado para as novas regas. Aos 130 dias de compostagem, o material degradado teve sua granulometria ainda mais reduzida por meio de moedor industrial, obtendo-se assim o composto (biofertilizante).

### Preparo do solo e montagem dos substratos experimentais

Antes do plantio, amostras de solo foram submetidas à neutralização por meio de calagem, utilizando o a cal virgem para correção do pH desse substrato, conforme a necessidade expressada por Brady e Weil (2013) e Saldanha et al. (2016).

O solo neutralizado foi aplicado aos cinco substratos (Tabela 1), estes idealizados para determinar a eficiência do biofertilizante de resíduos de peixe no plantio. Para isso, dois substratos-teste e três substratos-controle foram montados, com dez repetições cada, que contavam com três mudas por repetição até os primeiros 15 dias de cultivo, totalizando 150 plantas.

As repetições foram constituídas por sacos pretos perfurados, com capacidade máxima de 2 kg, adquiridos no comércio local, nos quais as quantidades de cada componente do substrato foram adicionadas após mistura prévia.

Nos substratos teste e controles positivos, os fertilizantes foram aplicados em duas parcelas, sendo a primeira metade antes do plantio, misturada ao solo neutralizado, e a segunda metade aos 15 dias de plantio, superficialmente, ao redor da planta, todos conforme a indicação de Brasil et al. (2020).

Quanto aos controles positivos dessa pesquisa, o tipo químico utilizado foi o NPK na concentração 10:10:10 de cada elemento, enquanto o tipo orgânico foi a cama de frango, está constituída por fezes de aves, sobras de ração, penas e material vegetal utilizado na cobertura do chão de galinheiros, como a palha de arroz.

Para a medição do solo em cada repetição, e isso inclui T3, de forma alternativa se optou por utilizar o volume em lugar da massa. Assim, por meio de garrafa PET, mediu-se 2000 mL de solo, cujo peso médio (em gramas) foi calculado posteriormente. Procedimento similar foi adotado para os fertilizantes, nos quais o total de biofertilizante de resíduos de peixe foi oito e quatro colheres de sopa para T1 e T2, ou 80 e 40 mL, respectivamente. Para o T4, que empregou NPK, utilizou-se o total de ¼ de colher de chá (1,25 mL); para T5, que empregou a cama de frango, o total foi de duas colheres de chá (10 mL). Ressalta-se que todas essas medidas seguiram ao parcelamento supramencionado.

**Tabela 1.** Identificação, tipo e composição descritiva e quantitativa dos substratos de plantio utilizados na verificação da eficiência fitotécnica do biofertilizante de resíduos de peixe no cultivo de espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*)

Id.*	Tipo de substrato	Componentes adicionados ao substrato	Quantidades dos componentes adicionados em cada repetição**	
			em massa (g)	em volume (mL)
T1	Teste	biofertilizante de resíduos de peixe	59,20	80
T2	Teste	biofertilizante de resíduos de peixe	27,60	40
T3	Controle negativo	-	0,00	0
T4	Controle positivo químico	NPK	3,00	1,25
T5	Controle positivo orgânico	cama de frango	3,00	10

\*Identificação; \*\* Em cada substrato de plantio, o solo foi utilizado nos quantitativos 1,49 quilos (em massa) ou 2000 mL (em volume), correlatos entre si.

Outro ponto importante a ser mencionado sobre essa medição alternativa, que utilizou colheres e garrafas PET, é que ela foi pensada para facilitar a aplicação desse conhecimento no âmbito doméstico ou em pequena escala, onde neles seriam aproveitados os recipientes plásticos de bebidas gaseificadas não alcoólicas e utensílios comuns em cozinhas como instrumentos de medição.

### Seleção e cultivo do vegetal para o experimento in vivo

Para avaliar a eficiência do biofertilizante utilizou-se mudas do espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*), obtidas por estaquia de matrizes adultas, das quais foram retirados ramos laterais medindo 12 cm de altura, duas gemas axiais e quatro folhas, priorizando sempre os ramos visualmente mais vigorosos. Todo o cultivo foi conduzido sobre tabuleiro acomodado no interior de viveiro coberto por sombrite 50%. Diariamente, eram realizadas duas regas (início da manhã e no final da tarde), exceto nos dias chuvosos.

No 15º dia de cultivo, foi realizado o desbaste, que consistiu na seleção e remoção de duas hortaliças menos vigorosas de cada repetição (saco), mantendo-se somente uma planta, esta obrigatoriamente contendo acima de seis folhas. Assim, cada repetição passou a ter apenas uma amostra, com um total de 50 hortaliças.

Nesse mesmo dia, foi efetuada a quantificação de plantas viáveis, para o cálculo do primeiro indicador fitotécnico – a primeira taxa de sobrevivência. Posteriormente, a cada 15 dias, foram quantificados outros indicadores, e todos eles são explicitados no tópico seguinte.

No decorrer do período experimental, foi observada a presença de lagartas enroladeiras-de-folha (*Omiodes indicatus*), uma praga comum em plantas. Para o controle delas, foram efetuadas observações diárias, tanto na superfície das folhas quanto no espaço entre o saco e o substrato, e as lagartas visualizadas foram manualmente retiradas até a eliminação total delas das plantas.

### Indicadores da eficiência fitotécnica do fertilizante de resíduos de peixe

Taxa de sobrevivência: A cada 15 dias, em cada repetição, foi contado o número de plantas vivas, e essa quantidade foi utilizada para verificar a taxa percentual de sobrevivência, comparada ao tempo anterior, e era relacionada da seguinte forma: (Número de plantas no tempo final ÷ Número de plantas no tempo inicial) x 100.

Essa taxa foi calculada para dois momentos - a primeira, denominada de taxa de sobrevivência I, foi mensurada aos 15 dias; e a segunda, a taxa de sobrevivência II, foi mensurada aos 30, 45 e 60 dias de cultivo.

A variável “número de plantas no tempo inicial” foi diferente em cada uma dessas taxas, e essa mudança é justificada pela quantidade de mudas para cada período de medição, como segue.

Na sobrevivência I, utilizou-se 3 (três) nessa variável devido ao número de mudas de espinafre inicialmente inseridas em cada repetição. Na sobrevivência II, esse número foi modificado para 1 (um) devido ao desbaste, que provocou a redução do número de plantas em cada repetição.

Altura da planta: Com o auxílio de uma régua comum, no primeiro dia de plantio e depois, a partir de 30 dias, quinzenalmente, foi efetuada a medição da altura de todas as plantas, em centímetros, desde o colo dela até o topo do ramo principal.

Número de folhas: foi quantificada manualmente, pela contagem uma a uma de todas as folhas acima de 2 cm existentes em cada repetição.

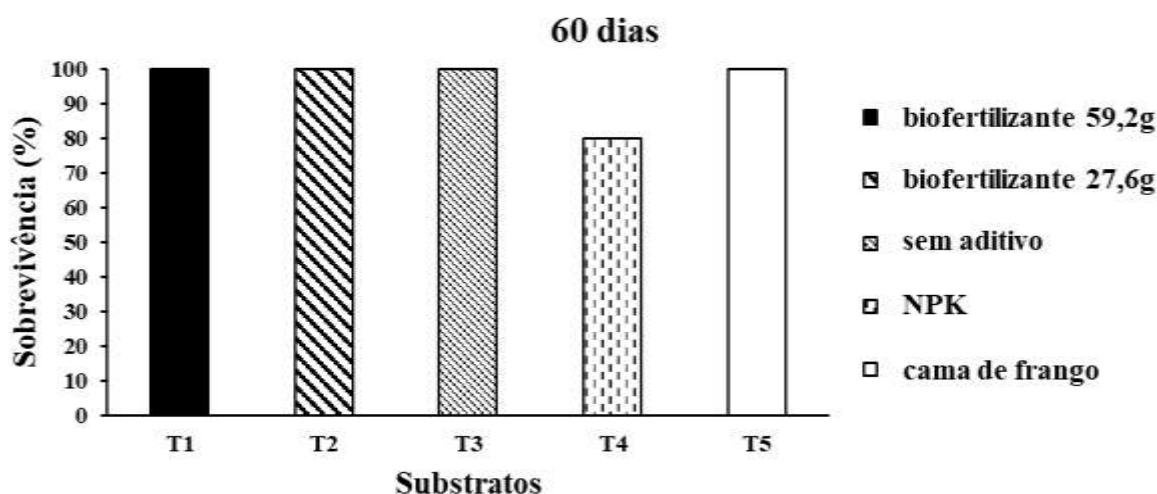
### Análise Estatística

Todos os dados coletados foram submetidos aos testes W de normalidade (de Shapiro-Wilk), exceto os valores iniciais de cada momento, ressaltados no tópico sobre a taxa de sobrevivência. Por não atenderem aos pressupostos para os testes inferenciais paramétricos, comparando médias, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis seguido do post-hoc de Dunn, para a comparação das medianas entre os substratos, ao nível de 5% de significância, por meio do programa Past 4.03 (Hammer et al., 2001).

### Resultados e Discussão

Em um cultivo, espera-se que a maioria das plantas sobreviva, de modo a minimizar perdas por mortalidade, fato que afetaria negativamente o caráter econômico (Brito et al., 2025).

Neste estudo, verificou-se que as taxas de sobrevivência durante os primeiros 15 dias de cultivo foram de 100% para todos os substratos (T1, T2, T3, T4 e T5). Após 60 dias de experimento (Figura 1), apenas o T4 demonstrou redução, apresentando 80% de sobrevivência, enquanto os outros substratos (T1, T2, T3 e T5) mantiveram-se em 100%. Assim, infere-se que os fertilizantes naturais se destacam ao industrial quando comparados nesta análise.



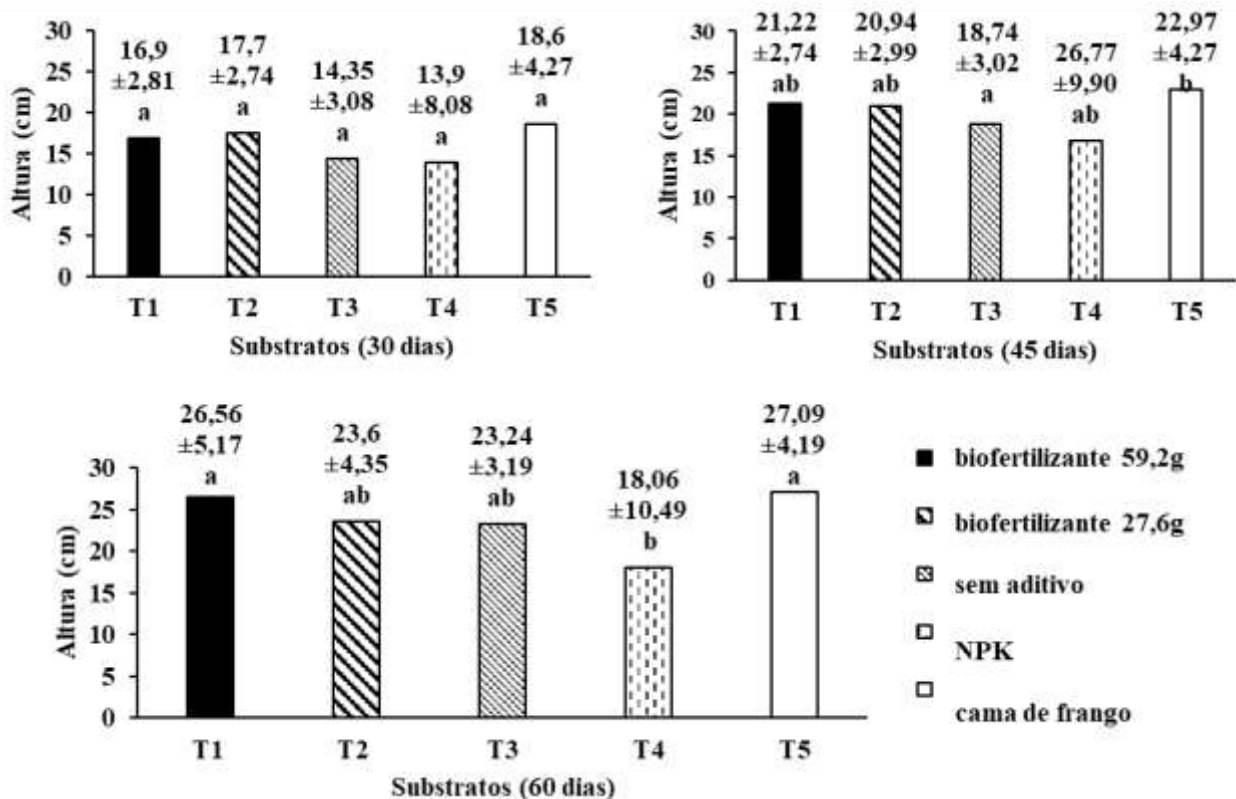
**Figura 1.** Índice de sobrevivência do espinafre-amazônico em diferentes tipos de substratos em 60 dias de cultivo

Essa redução do T4 aos 60 dias pode estar relacionada à dinâmica de liberação de íons do NPK, pois com a utilização de adubo mineral pode haver a salinização do meio, o que diminui o potencial hídrico do solo, consequentemente diminui a absorção de água pelos primórdios radiculares, levando a morte as mudas em função da alta concentração nutricional contida nele (Boussora et al., 2024; Munns & Tester, 2008). Este fator causa mudanças na composição do solo, tornando-o menos produtivo e afetando diretamente a sobrevivência das plantas (Jalilo, 2024).

Já o composto de peixe, juntamente com a cama de frango, por promoverem um bom fornecimento de todos os nutrientes presentes em sua composição, potencializou o aumento da produção (Bordin et al., 2025; Sousa et al., 2024). Isso evidencia que resíduos orgânicos podem ser utilizados como alternativas viáveis aos fertilizantes convencionais, contribuindo para sistemas mais sustentáveis, como mencionado em Machado (2022).

Aos 30 dias de cultivo, em valores absolutos, as plantas com o biofertilizante de resíduos de peixe (nos substratos T1 e T2) cresceram ligeiramente menos que o controle positivo orgânico (T5), e mais que os demais substratos. Diferenças estatisticamente significativas que destacassem o composto de resíduos de peixe não foram detectadas nesse momento entre os substratos. Portanto, entende-se que a aplicação desse biofertilizante fase inicial do cultivo do espinafre não é um fator decisivo para o crescimento vegetativo dessa planta. A partir de 45 dias, ainda em valores absolutos, os espinafres de T1 e T2 novamente

apresentaram índices ligeiramente menores que T5, mas ainda se mantiveram superiores aos demais substratos. Essa ligeira diferença, estatisticamente, não foi significativa, pois T1 se igualou ao T5. Portanto, substituir a cama de frango ou o NPK por fertilizante de resíduos de pescada não altera o crescimento longitudinal do espinafre. Aos 60 dias, quando é recomendada a finalização do cultivo de espinafre (Santos et al., 2024), novamente os biofertilizantes teste foram tão eficientes quanto o T5 para a altura comercial dessa planta, especialmente em T1 (Figura 2).



**Figura 2.** Altura do espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*) cultivados em diferentes substratos aos 30, 45 e 60 dias de cultivo.

Portanto, os biofertilizantes de resíduos de peixe demonstraram efeitos positivos quando comparados aos substratos controle. Provavelmente, esse resultado é justificado pela indicação contida em Magalhães (2018), onde consta que os fertilizantes orgânicos tendem a mineralizar a matéria orgânica gradualmente, liberando os elementos químicos que o compõem em ritmo mais lento, possibilitando a sua absorção de modo eficiente ao longo do experimento.

Essa liberação gradual pelos compostos orgânicos também foi indicada por Teodoro e Pereira (2021), que empregou resíduos de peixe (sem evidenciar a origem, se água doce ou marinho) no seu preparo e atestou alta produtividade em mudas de alface.

Especial atenção deve ser dada no presente estudo ao desempenho dos substratos teste comparados ao T4, o controle positivo químico que utilizou o fertilizante NPK 10-10-10. Estatisticamente, nessa fase final do cultivo, esse substrato apresentou o pior desempenho.

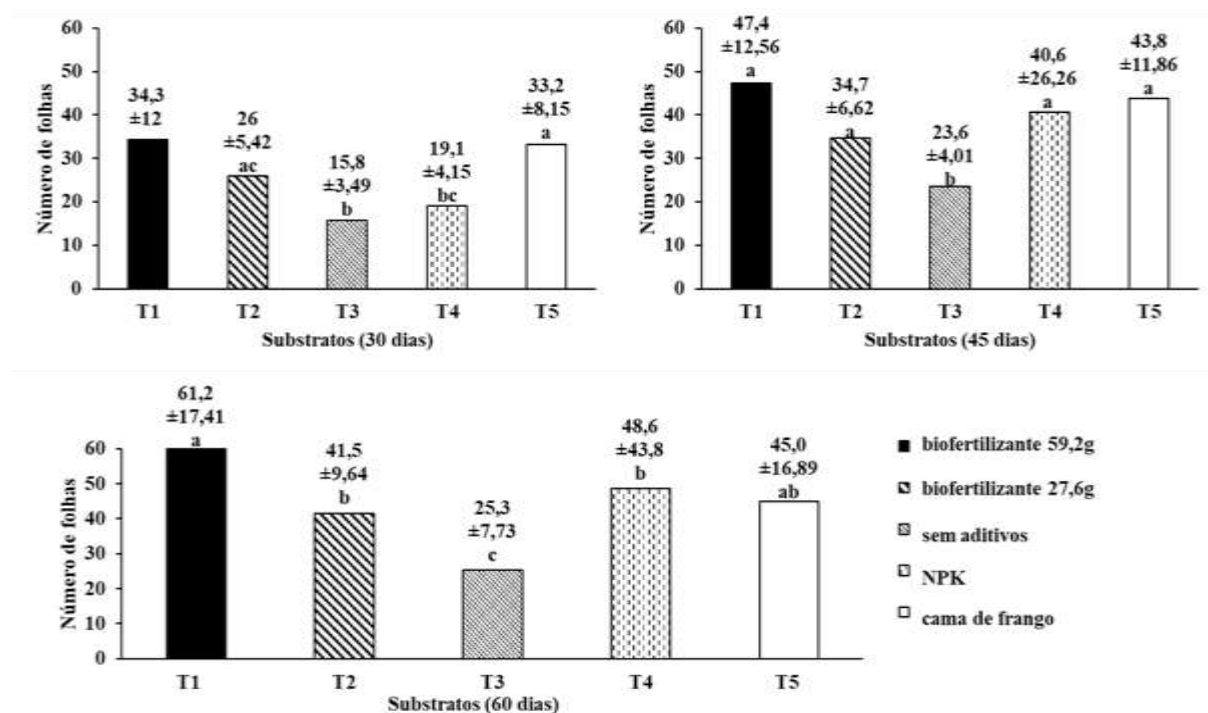
Jalilo (2024) aponta que o NPK proporciona nutriente de efeito imediato, e isso estimularia o maior crescimento das plantas assim que aplicado. No entanto, isso não foi observado nessa pesquisa. Constata-se que, apesar de amplamente difundido no meio agrícola, o NPK 10-10-10 não contribuiu positivamente para o crescimento do espinafre-da-amazônia.

Sabe-se que peixes amazônicos, similares aos demais, são ricos em proteínas (Barai et al., 2022; Souza et al., 2023), e consequentemente nitrogênio. Pela indisponibilidade de equipamento e reagentes necessários, no presente estudo não foi possível qualificar e quantificar os elementos químicos (ao menos N, P e K) nos biofertilizantes investigados, especialmente em T1 e T2. Esse fato inviabiliza qualquer aprofundamento nesse âmbito. Apesar disso, já há indícios que apontam o sucesso do biofertilizante produzido nessa pesquisa.

Conforme visualizado na Figura 3, o número de folhas do espinafre-amazônico aumentou em todos os substratos, demonstrando o crescimento progressivo dela ao longo do experimento.

Aos 30 dias de cultivo, os substratos contendo o biofertilizante de resíduos de peixe teve efeito similar ao controle orgânico (T5) no desempenho inicial para a emissão foliar do espinafre-amazônico. Esse efeito positivo seguramente pode ser atribuído aos fertilizantes orgânicos, considerando o desempenho apresentado pelos substratos T3 e T4.

Aos 45 dias, em todos os substratos foi observado o aumento do quantitativo médio de folhas, com destaque para os substratos contendo fertilizantes orgânicos. Esse comportamento pode ser reflexo do teor de nitrogênio contido neles, que é um dos componentes mais absorvidos pelas hortaliças. Essa absorção propicia o surgimento de novas folhas e, conseqüentemente, aumenta a produção de massa fresca (Sediyama et al., 2016).



**Figura 3.** Número de folhas do espinafre-amazônico em diferentes substratos aos 30, 45 e 60 dias

Apesar do nitrogênio não ter sido quantificado nessa pesquisa, mas levando em consideração a riqueza proteica do pescado (e conseqüentemente nitrogênio), tal como já mencionada anteriormente, os resíduos de peixe misturados ao sistema de compostagem provavelmente forneceram abundante quantidade desse elemento químico aos biofertilizantes misturados aos substratos de plantio. Esse nitrogênio contribui de diversas formas para o desenvolvimento das hortaliças folhosas (Fernandes et al., 2025; Moreira et al., 2019), e isso se reflete no aumento de produtividade, resultando em folhas mais desenvolvidas, coloração mais intensa e aspecto de maior suculência (Nascimento et al., 2017).

Esses aspectos ficam mais evidentes aos 60 dias de cultivo, quando o substrato T1 destacou-se dos demais substratos, pois nele foi observada a maior média quanto ao número de folhas no espinafre-amazônico.

Nos estudos contabilizando folhas de espinafre-amazônico, quando comparados ao presente estudo, Santos et al. (2024) registraram maior número (251 folhas), enquanto Silva et al. (2022) tiveram índices menores, em torno de dez unidades utilizando outros fertilizantes, exceto resíduos de peixe. Essa discrepância de resultados, quando associados ao número médio de folhas em cada substrato da presente pesquisa, demonstra a importância do uso de resíduos de peixes na elaboração dos biofertilizantes.

A visualização das condições qualitativas e numéricas obtidas nos substratos contendo biofertilizante de resíduos de peixe potencializou o aumento do número de folhas, que é a parte aérea de maior interesse produtivo e que representa o aspecto de relevante interesse comercial para esse tipo de planta (Aragão-Júnior et al., 2023; Nascimento et al., 2017; Santos et al., 2024).

Além disso, a compostagem realizada com resíduos de peixe (incluindo as partes ósseas) em sua composição também tem maiores teores de cálcio (Sanes et al., 2015). Para as plantas, o Ca (cálcio) exerce um papel fundamental para o seu desenvolvimento porque ele é acumulado nas folhas, que surgem pela maior disponibilidade desse macronutriente (Domingues et al., 2016; Rios et al., 2022).

Reconhece-se a necessidade dessa investigação química em estudos futuros sobre a compostagem de resíduos de peixes e sua aplicabilidade no cultivo, e para isso se recomenda também que estes devem incluir

outros vegetais, além do espinafre. Assim, os resultados do presente estudo mais aqueles oriundos de novas pesquisas embasarão melhor a definição do biofertilizante de resíduos de peixes amazônicos como alternativa na fertilização agrícola.

Mesmo que de forma preliminar, a presente pesquisa já aponta evidências importantes do promissor desempenho do biofertilizante de resíduos do peixe amazônico pescada (*Plagioscion spp.*) na fertilização do solo destinado ao cultivo de espinafre-amazônico, comparável aos compostos orgânicos tradicionalmente utilizados.

## Agradecimentos

A Universidade Federal do Oeste do Pará, pela concessão de bolsa de iniciação científica (PIBIC Af Sede - Fapespa) e demais apoios de infraestrutura física e de pessoal; à Coordenação do Bacharelado em Engenharia de Pesca dessa mesma Universidade, pelo apoio financeiro por meio do PIAEPES – Programa de Incentivo às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão – edições 2024 e 2025, e ao Banco da Amazônia S.A, pelo apoio financeiro concedido após Edital GPLAN – CDESU 01/2022 de Seleção Pública de Projetos de Pesquisas Científica – edição 2022, por meio do contrato N° 2022/209.

## Referências

- Ağaç, A., Dağ N., Tekin, S.G., & Ozogul, Y. (2026). Optimization of culture conditions for microbial lipase production using fish processing waste as a substrate. *Bioresource Technology Reports*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2026.102664>
- Albuquerque, R. S., Cardoso, Z. S., Rocha, N. C. T., & Atayde, H. M. (2025). Produção Simplificada de Farinha de resíduos de pescada (*Plagioscion spp.*). (Trabalho completo) Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa, Santarém, Brasil.
- Aragão-Júnior, A. C., Lima, M. S., Torres N. S., Nascimento, M. M., Ming, L. C., & Ferreira, A. B. (2023). Cultivo e teor proteico do espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) em função dos espaçamentos e doses de nitrogênio. *Scientia Naturalis*, 5(1). <https://doi.org/10.29327/269504.5.1-21>
- Barai, A. A., Souza, A. F. L. D., Viana, A. P., & Inhamuns, A. J. (2022). Influência sazonal na composição centesimal e rendimento de peixes amazônicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.55320>
- Bordin A. V., Schwengber, R. P., Rezende, M. K.A., Lava, C. T. Thomaz, D. R., Francisco, J. P. (2025). Cama de frango como alternativa sustentável de resíduo sólido orgânico na produção de hortaliças. *Journal of Agronomic Sciences*. 4 (especial seagro), 1-15. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/jas/article/view/78506/751375160567>
- Boussora, F., Triki, T., Bennani, L., Bagues, M., Ben Ali, S., Ferchichi, A., Ngaz, k., & Guasmi, F. (2024). Mineral accumulation, relative water content and gas exchange are the main physiological regulating mechanisms to cope with salt stress in barley. *Scientific Reports*, 14(14931). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65967-5>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). *Elementos da natureza e propriedades dos solos* (3ª ed.). Bookman.
- Brasil, E. C., Cravo, M. S., & Viégas, I. J. M. (2020). *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará* (2nd ed.). Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1125022/recomendacoes-de-calagem-e-adubacao-para-o-estado-do-para>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2017). *Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação*. Brasília, DF, 68 p. <https://cepagro.org.br/wp-content/uploads/2023/10/manual-de-orientacao-para-compostagem-domestica-comunitaria-e-institucional-de-residuos-organicos.pdf>
- Brito, V. R. S., Kossman, D. B., Lopes, L. C. S., Mezzomo, R., Zuffo, A. M., Barrozo, L. M., Campos, C. F. A., Silva, F. C. S., Zanatta, T. S. C., & Diniz, A. A. (2025). Hortas comunitárias urbanas: levantamento e manejo fitossanitário na produção de hortaliças orgânicas em Balsas-MA. *Revista Práticas em Extensão*, 9(2), 53–63. <https://doi.org/10.18817/rpe.v9i2.4030>

- Carpio, K. C. R., Bezerra, R. S., Cahú, T. B., Monte, F. T. D., Neri, R. C. A., Silva, J. F., Santos, P. R., Carvalho, R. P., Galeno, D. M. L., & Inhamuns, A. J. (2023). Extraction and characterization of collagen from the skin of Amazonian freshwater fish pirarucu. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 56. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2023e12564>
- Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & Pascale, D. (2021). Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Marine Drugs*, 19(2), 116. <https://doi.org/10.3390/md19020116>
- Domingues, L. S., Ribeiro, N. D., Andriolo, J. L., Possobom, M. T. D. F., & Zemolin, A. E. M. (2016). Growth, grain yield and calcium, potassium and magnesium accumulation in common bean plants as related to calcium nutrition. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(2), 207–217. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27757>
- Fernandes, D. B., Campos, L. V., & Ventura, M. V. A. (2025). Desempenho da aplicação foliar de nitrogênio na cultura do milho: Eficiência e resposta fisiológica. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 14(6), e7714649069-e7714649069. <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i6.49069>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 p.
- Jalilo, S. S. R. A. (2024). Uso de adubos inorgânicos NPK na fertilização do solo na zona Norte de Moçambique. *Revista Científica Multidisciplinar*, 5(8). <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i8.5577>
- Machado, E. A. P. C. (2022). *Compostagem de resíduos orgânicos oriundos da piscicultura e comércio de tilápias (Oreochromis niloticus) em pesqueiros: uma alternativa sustentável* [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT). <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30272>
- Magalhães, A. C. M. D. (2018). *Adubação orgânica com base na taxa de mineralização de nutrientes do composto orgânico* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará]. Repositório Institucional da Universidade Federal do Ceará. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/33067>
- Meeker, D. L. (2009). North American Rendering: processing high quality protein and fats for feed. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(spe), 432-440. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300043>
- Moreira, R. C., Valadão, F. C. A., & Valadão-Júnior, D. D. (2019). Desempenho agrônômico do milho em função da inoculação com Azospirillum brasilense e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 62. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.2865>
- Motta, I. S., Comunello, E., Vicentim, E. G. G., Oliveira, J. D., & Inoue, L. A. K. A. (2024). Utilização de Resíduos de Pescado na Composição de Substratos para Produzir Mudas de Alface. *Cadernos de Agroecologia*, 19(2). <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/10119>
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681, 2008. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Nascimento, M. V., Junior, R. L. S., Fernandes, L. R., Xavier, R. C., Benett, K. S. S., Seleguini, A., & Benett, C. G. S. (2017). Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(1), 65-71. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i1.1099>
- Pinto, B. V. V., Bezerra, A. E., Amorim, E., Valadão, R. C., & Oliveira, G. M. (2017). O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. *Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias*, 2(2). <https://doi.org/10.21575/25254790rmaa2017vol2n2223>
- Reis, E. S., Cardoso, S., & de Oliveira, T. E. (2023). Métodos de filetagem da tilápia-do-Nilo em dois abatedouros frigoríficos de pescado: rendimento de filé e resíduos. *Research, Society and Development*, 12(1). <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.35831>
- Rios, C. V., Souza, G. V. D., Brito, E. P. de, Pagliosa, M., & DA SILVA, C. P. (2022). Efeito do cálcio, boro e potássio no crescimento inicial de hortelã-verde (*Mentha spicata* L.) em solução nutritiva: Effect of

calcium, boron and potassium on the initial growth of *Mentha spicata* (L.) in nutrient solution. *Científic@ - Multidisciplinary Journal*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2022v9i1.5945>

Saldanha, C. B., Emrich, E. B., Negrão, E. N. M., & Castioni, G. A. F. (2016). *Ciência do solo: fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas*. Editora e Distribuidora Educacional SA. [https://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS\\_2\\_0/CIENCIA\\_DO\\_SOLO\\_FERTILIDADE\\_DO\\_SOLO\\_E\\_NUTRICA\\_O\\_MINERAL\\_DE\\_PLANTAS/U1/LIVRO\\_UNICO.pdf](https://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS_2_0/CIENCIA_DO_SOLO_FERTILIDADE_DO_SOLO_E_NUTRICA_O_MINERAL_DE_PLANTAS/U1/LIVRO_UNICO.pdf)

Sanes, F. S. M., Strassburger, A. S., Araújo, F. B., & Medeiros, C. A. B. (2015). Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânico. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 1241-1251. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744148006.pdf>

Santos, G. L. D. (2025). *A pesca no litoral de Santa Catarina: origem e evolução das indústrias pesqueiras* [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/267867>

Santos, R. S., Aragão Júnior, A. C., Torres, N. S., Souza, A. S. L., Nascimento, M. M., Lima, M. S., & Ferreira, A. B. (2024). Caracterização morfológica e bromatológica de espinafre-da-Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) em diferentes épocas de colheita. *Observatório de la economía latinoamericana*, 22(7), e5800. <https://doi.org/10.55905/oelv22n7-150>

Silva, M. C., Oliveira, R. V., de Souza, J. K. M., da Silva, M. C., Moura, P. A., de Lima, A. P. A., & Ferreira, R. L. F. (2022). Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis*) produzidas com substratos distintos. *Scientia Naturalis*, 4(2). <https://doi.org/10.29327/269504.4.2-6>

Sediyama, M. A. N., Magalhães, I. D. P. B., Vidigal, S. M., Pinto, C. L. D. O., Cardoso, D. S. C., Fonseca, M. C. M., & Carvalho, I. P. L. D. (2016). Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'Kaiser'. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(2), 66-74.

Sousa, S. J. M., Ribeiro, D. P., de Jesus, P. P., & de Azevedo, G. A. (2024). Aproveitamento de resíduos de pescado para produção de adubos orgânicos na agricultura: revisão de literatura. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, 9(1). <https://doi.org/10.61164/rnm.v9i1.2754>

Souza, A. F. L. D., Silva, A. J. I. D., Barai, A. A., Rufino, J. P. F., & Costa, T. V. D. (2023). Proximal and mineral composition of native fish species from Amazonas, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45, e61884. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.61884>

Teodoro, M. S., & Pereira, A. M. L. (2021). Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26(3), 441-449. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220180172>

Valente, B. S., Andrezza, R., Xavier, E. G., Gomes, M. C., Pereira, H. D. S., & Ávila, F. D. D. (2017). Composting for valuation of marine fish waste. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18(4), 594-603. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000400010>

Como citar o artigo:

Santos, L.M.R, Cardoso, Z.S., Souza, T.M., Vieira, E.L.P, Lara, T.S. & Atayde, H.M. (2026). Uso de resíduos de peixe como biofertilizante no cultivo de espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis*). *Actapesca*, 26. 122-131.