



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

O Uso de Efluentes de Piscicultura em Irrigação:  
Análise do Potencial em Hortas Urbanas

Pedro Washington de Arruda Alves

Recife-PE  
Julho, 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

O Uso de Efluentes de Piscicultura em Irrigação:  
Análise do Potencial em Hortas Urbanas

Pedro Washington de Arruda Alves  
(Graduando)

Professor Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto  
(Orientador)

Recife - PE  
Julho, 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

A474u Alves, Pedro Washington de Arruda  
O uso de efluentes de piscicultura em irrigação: análise do potencial em hortas urbanas / Pedro Washington de Arruda Alves. – 2025.  
42 f. : il.

Orientador(a): Fernando de Figueiredo Porto Neto.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, BR-PE, 2025.  
Inclui referências.

1. Aquicultura 2. Peixes - Criação 3. Sustentabilidade  
4. Irrigação I. Porto Neto, Fernando de Figueiredo, orient. IV. Título

CDD 639.3



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Pedro Washington de Arruda Alves  
**Graduando**

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 24 de julho de 2025

EXAMINADORES

---

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Darcllet Teresinha Malerbo de Souza  
(UFRPE)

---

Prof. Dr. André Carlos Silva Pimentel  
(SENAR)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Washington Luiz Alves e Márcia Arruda de Barros Alves e as minhas irmãs Marcela Michelline Arruda Alves e Livia Monick Arruda Alves, pela confiança no meu progresso e pelo apoio emocional.

A todos os meus amigos e colegas de graduação, grandes companheiros de jornada. Em especial aos meus amigos Anderson Mario da Silva Santos, Debora Marques Moraes Portela De Souza, Joao Paulo Barboza Oliveira Dos Santos, Leandra De Padua Ferreira Santos, Maria Emilia Felix De Aguiar Costa, Milena Nobrega Rabelo, Natalia Pereira Castello Branco, Renata Vitoria Cardoso Rodrigues, Rennan de Santana Pimentel, Roger Angelo Beserra Moraes, Stephany Debora Vila Bela de Lima e Thamyres Priscylla Silva de Oliveira Felix pelo excepcional apoio e incentivo que me deram durante toda a graduação.

A todos os professores, que em prol da sabedoria, me deram a luz do conhecimento para que eu obtivesse a capacidade e maturidade de exercer o papel de um zootecnista.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto, que tive durante a graduação, e que ajudou a moldar o profissional que estou me tornando. Agradeço por sempre ter me guiado com tanto carinho e sabedoria nos meus anos de ensino.

E por fim, aos componentes da banca avaliadora, Professora Dr. Darclet Teresinha Malerbo de Souza, Professor Dr. André Carlos Silva Pimentel e o Técnico Carlos Frederico Silva da Costa, que dispuseram de seu tempo e atenção para lerem minha monografia e considerar o que fosse necessário melhorar.

## RESUMO

Com o crescimento da piscicultura na sociedade brasileira nos últimos anos, é necessário destacar os impactos ambientais provenientes da atividade, como o acúmulo de matéria orgânica e de amônia na água, elementos esses que podem ser tóxicos para o solo ou para os peixes, mas que podem ser usados de forma integrada em uma cultura secundária de horticultura. Ademais, objetivou-se com esse trabalho estudar e avaliar o potencial referente ao uso de água dos viveiros de peixes em um sistema de horta urbana vertical, coletada da Estação de Piscicultura Johei Koike da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para ser usada como fonte em uma irrigação adubada. Nessa perspectiva, o trabalho foi realizado no Laboratório de Aquacultura e Sustentabilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde inicialmente foram preparados tubos com três tratamentos com diferentes razões de irrigação com água de poço e água do viveiro, nos quais foram utilizados em conjunto de vegetais como alface e rúcula. Após a coleta da água e o início da atividade, a pesquisa teve uma duração total de cinco semanas. Os resultados das mudas viáveis mostraram que o tratamento com água irrigada da estação de piscicultura (rica em nutrientes) obteve melhor desempenho do que a água do poço (pobre em nutrientes), sendo a rúcula possuindo melhor crescimento e a alface brotando em quantidades insuficientes, devido ao pH não ser ácido o suficiente. Portanto, o uso da água de efluentes da piscicultura em irrigação adubada é considerado viável, fazendo-se adaptações necessárias.

**Palavras chave:** aquacultura; irrigação sustentável; práticas sustentáveis.

## **ABSTRACT**

With the growth of fish farming in Brazilian society in recent years, it is important to highlight the environmental impacts of this activity, such as the accumulation of organic matter and ammonia in the water. These elements can be toxic to the soil or fish but can be used in an integrated manner in secondary horticultural crops. The objective of this project was to study and evaluate the potential use of fishpond water in a vertical urban garden system, collected from the Johei Koike Fish Farming Station of the Federal Rural University of Pernambuco, to be used as a source in fertilized irrigation. With this in mind, the study was conducted at the Aquaculture and Sustainability Laboratory of the Animal Science Department of the Federal Rural University of Pernambuco. Tubes were initially prepared with three treatments, each with different irrigation ratios of well water and pond water, and used together with vegetables such as lettuce and arugula. After the water collection and the start of the activity, the research lasted a total of five weeks. The results of the viable seedlings showed that treatment with nutrient-rich irrigated water from the fish farm outperformed well water (poor in nutrients). Arugula had better growth, and lettuce sprouted in insufficient quantities due to the insufficiently acidic pH. Therefore, the use of fish farming effluent water in fertilized irrigation is considered viable, with the necessary adaptations being made.

**Keywords:** fish farming; sustainable irrigation; sustainable practices.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

<b>Figura 01</b> – Evolução da produção de peixes nativos. ....	10
<b>Figura 02</b> – Produção de peixes de cultivo no Brasil.....	11
<b>Figura 03</b> – Ciclo biológico da aquaponia.....	12
<b>Figura 04</b> – Nove canos de PVC divididos em três tratamentos, cada tratamento com três linhas e cada cano com 3 copos de cultivo.....	21
<b>Figura 05</b> – Aspectos dos copos de cultivo, com os furos para drenagem (acima), e com filme drenante (abaixo).....	22
<b>Figura 06</b> – Representação esquemática do desenho experimental.....	23
<b>Figura 07</b> – Embalagens comerciais das sementes utilizadas. ....	23
<b>Figura 08</b> – Distribuição dos tubos de cultivo na parte externa do laboratório, com sombrite agrícola.....	24
<b>Figura 09</b> – Copos de cultivo durante a primeira semana de experimento, e borrifador utilizado para irrigação. ....	24
<b>Figura 10</b> – Estação de Piscicultura Johei Koike (UFRPE), e a configuração dos seus 10 principais viveiros, onde nota-se o viveiro 3 com floração de microalgas. ....	25
<b>Figura 11</b> – Aspectos da coleta de água do viveiro 3 na Base de Piscicultura da UFRPE.....	27
<b>Figura 12</b> – Aspectos da guarda da água do viveiro 3 da Base de Piscicultura da UFRPE.....	28
<b>Figura 13</b> – Kits de análises para Nitrito, pH e amônia tóxica. ....	28
<b>Figura 14</b> – Aspectos do brotamento das mudas, após 3 dias de plantio. ....	30
<b>Figura 15</b> – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 1, copo a copo, em cada linha. ....	32

<b>Figura 16</b> – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 2, copo a copo, em cada linha. ....	33
<b>Figura 17</b> – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 3, copo a copo, em cada linha. ....	34
<b>Figura 18</b> – Histograma produzido por ANOVA, mostrando a singularidade do tratamento 3. ....	36

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Resultados obtidos no momento de coleta para obtenção de água e mistura. Valores não detectados marcados com \*.....29

**Tabela 2** – Resultados numéricos obtidos entre tratamentos para rúcula e alface, e médias de alturas (em centímetros) dos vegetais ao término do experimento.....31

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

DZ – Departamento de Zootecnia

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura;

Peixe BR – Associação Brasileira da Piscicultura;

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco;

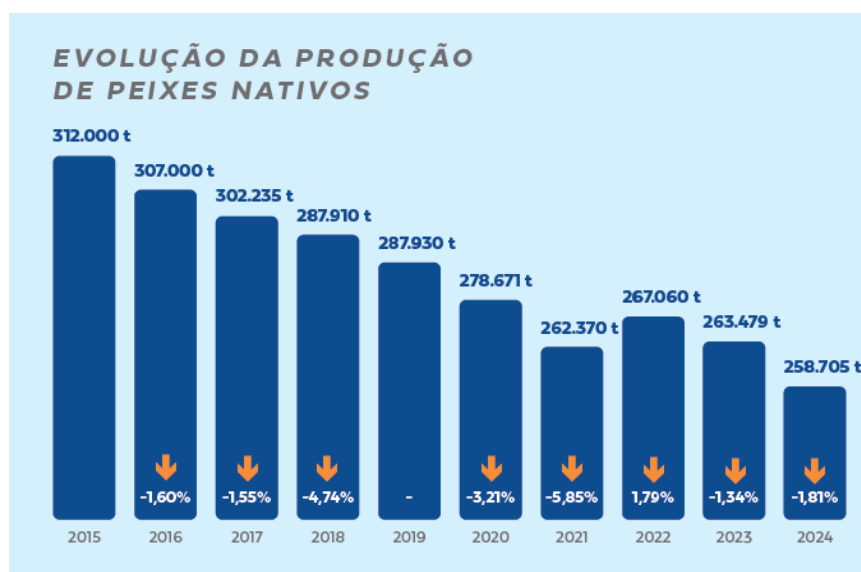
## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
3.1. O ESTADO ATUAL DA PISCICULTURA BRASILEIRA.....	14
3.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE PEIXES .....	15
3.3. A IMPORTÂNCIA DA CARGA DE NUTRIENTES ORGÂNICOS EM UM SISTEMA INTEGRADO NA PISCICULTURA .....	17
3.4. O LABORATÓRIO DE AQUACULTURA E SUSTENTABILIDADE DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DA UFRPE .....	19
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1 DESENHO EXPERIMENTAL E PLANTIO DE SEMENTES.....	20
4.2 OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO.....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

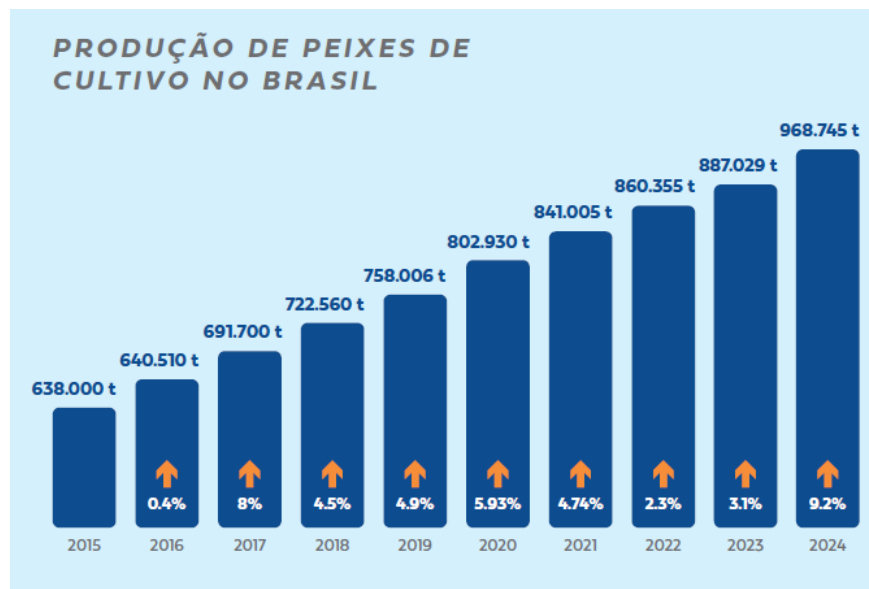
O setor da piscicultura brasileira apresenta grande relevância econômica e social para o país. Mesmo com peixes nativos demonstrando uma queda de produção ao longo dos anos (Figura 01), a criação e o mercado de peixes vêm aumentando (Figura 02), gerando mais de 10 milhões de reais, com peixes da espécie Tilápia contribuindo 6 milhões para esse total, e a piscicultura também é responsável, no mínimo, pela geração de 3 milhões de empregos diretos e indiretos em 2022 (PEIXEBR, 2023).

**Figura 01** – Evolução da produção de peixes nativos.



Fonte: PeixeBR (2025).

Diante do crescimento da piscicultura brasileira, é importante considerar os impactos ambientais que podem ser causados aos ambientes aquáticos afetados pela produção, principalmente pela importância de o Brasil possuir uma grande extensão litorânea (8.400 km) e por possuir mundialmente a maior reserva de água doce (5.500.000 hectares de lâmina de água) (MPA, 2010). Além disso, atividades realizadas em amplas áreas de cultivo aquático demandam uma abordagem integrada de seus processos, procedimentos e práticas sustentáveis na piscicultura, visando alcançar usos mais eficientes da água e causar menores impactos ambientais.

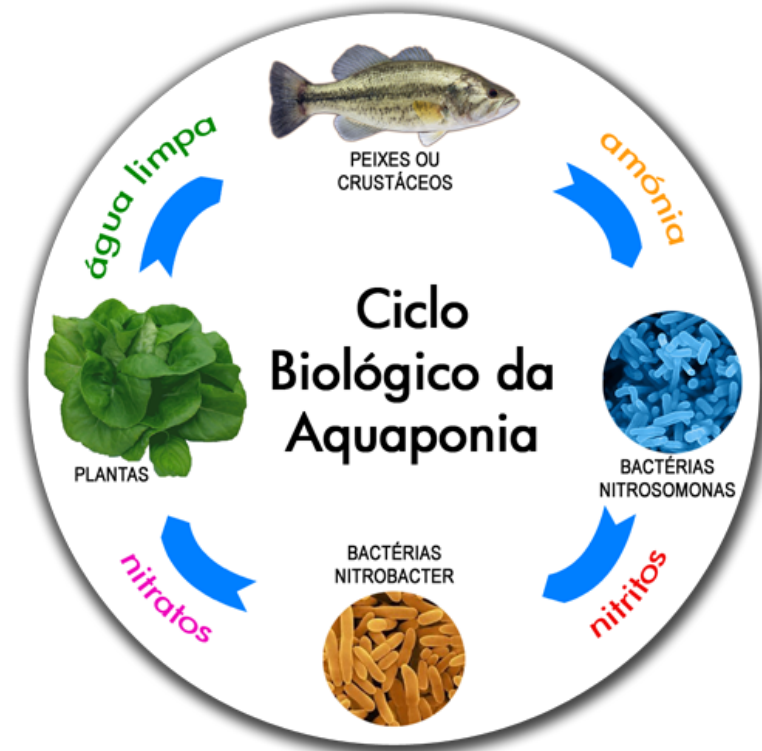
**Figura 02** – Produção de peixes de cultivo no Brasil.

Fonte: PeixeBR (2025).

Dentro dos efeitos ambientais pertinentes à piscicultura, está a alta carga de nutrientes orgânicos como fósforo e nitrogênio, podendo levar a uma alta concentração de amônia, elementos esses causados pela não dissolução da ração e pelas fezes dos peixes, comuns em sistemas semi-intensivos e intensivos, que podem trazer consequências negativas para o solo e para efluentes caso essa água não for monitorada, tratada, ou tenha uma destinação final adequada.

É imprescindível utilizar métodos que utilizem a água dos tanques de criação, que acompanhem o crescimento da atividade e que sejam de baixo custo e fácil operação (EMBRAPA, 2013). Um dos métodos de tratamento é a irrigação adubada, utilizando-se da agricultura integrada, que envolve a reutilização da água dos viveiros para a produção de biomassa vegetal, baseando-se no ciclo biológico da aquaponia, onde os peixes, através do seu metabolismo, produzem os variados nutrientes na água, depois a água passa pelas raízes das plantas, em seguida estas absorvem o fertilizante natural e crescem saudavelmente (Figura 03). O tratamento integrado é considerado de custo moderado, de baixo consumo de energia e de baixa manutenção.

**Figura 03** – Ciclo biológico da aquaponia.



**Fonte:** Aquaponia Digital.

Sob essa perspectiva, a irrigação adubada, em um sistema de horta urbana vertical, foi selecionada como objeto de estudo no Laboratório de Aquacultura e Sustentabilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para averiguar a eficácia da irrigação quando utilizada em diferentes proporções com água limpa.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo a análise e avaliação de um sistema de horta urbana vertical, no tocante ao potencial do uso de água de efluentes da piscicultura como fonte de irrigação adubada.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a taxa de crescimento de vegetais sob irrigação com água proveniente de piscicultura;
- Determinar o conteúdo de nutrientes nitrogenados na água utilizada;
- Comparar a irrigação adubada com água de poço.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. O ESTADO ATUAL DA PISCICULTURA BRASILEIRA

Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (2025, página 30), “a piscicultura brasileira, atividade de proteína animal que mais cresce no país, conta com infraestrutura de mais de 780 mil viveiros (escavados e de barragens) e 75.346 tanques-rede em águas continentais”.

As transformações no cenário da cultura de peixes brasileira ocorrem em ritmo acelerado. Em 2023, a produção de peixes foi de 887.029 toneladas, já em 2024 houve um aumento de 9,21% totalizando 968.745 t, com os peixes da espécie tilápia contribuindo em maioria com 662.230 t, enquanto 258.705 t foram atribuídos para a produção de peixes nativos e outros peixes de cultivo, com a espécie mais produzida nessa categoria sendo o pangasius no Nordeste, mas incluindo também carpas e trutas (PEIXEBR, 2025). Os estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais foram os três maiores produtores de peixe, com cada um produzindo 250.315 toneladas, 93.200 t e 72.800 t, respectivamente, com o estado de Pernambuco ficando em décimo lugar com 35.700 t (PEIXEBR, 2025). Ao nível regional, o Sul é o que mais produz, com 296.000 t, e em segundo fica o Nordeste com 170.933 t, e em seguida a região Sul com 165.950 t (PEIXEBR, 2025). Efetivamente, esses resultados mostram o crescimento constante na produção de peixes no país.

Ademais, as exportações cresceram imensamente nos últimos anos, de 6.815 t exportados em 2023, equivalendo a um valor de US\$ 24.756 milhões, houve um crescimento de 106% em 2024, chegando a 13.792 t exportadas e acumulando um valor ganho de vendas de US\$ 56.016 mi (PEIXEBR, 2025). O Brasil fica em segundo lugar como maior exportador de tilápias no mundo, apenas atrás da Colômbia. Entretanto, a compra de peixes externos ainda é maior que as vendas externas, com o salmão sendo a espécie mais importada e equivalendo a um valor de R\$ 909 mi, fazendo com que o valor de importações e exportações fique com um balanço negativo para o Brasil (PEIXEBR, 2025). Tais fatos demonstram que existem muitas

áreas onde o setor da piscicultura ainda pode se desenvolver e ganhar espaço no mercado interno.

Outro aspecto relevante é o conceito de aquicultura, o qual é a criação de organismos que vivem na água, como peixes, moluscos, camarões e algas, feita em locais cercados e com condições bem controladas. A distinção entre pesca e aquicultura é necessária para o entendimento histórico desse setor. A pesca é uma atividade que retira os animais diretamente da natureza, o que dificulta prever a quantidade que será capturada. Já na aquicultura, é possível planejar melhor, produzir com mais regularidade e manter um padrão nos produtos. Não só, mas também dá para acompanhar todo o processo, desde o início até o consumidor, o que traz mais segurança para quem consome os alimentos. (EMBRAPA, 2013). A piscicultura é considerada parte da aquicultura e é preciso estar atento às mudanças no cenário da aquicultura, pois as transformações afetam diretamente a cultura de peixes.

É conveniente destacar que a aquicultura enfrenta muitos entraves burocráticos, pois, conforme a lei 11.959/2009, de 2009, ela trata a aquicultura como uma extensão da pesca, ignorando suas características distintas como uma atividade de produção animal controlada e manejável (PEIXEBR, 2025). Com o aumento das produções anuais da piscicultura, é necessária a adaptação de uma legislação moderna e coerente com as necessidades atuais que reconheça a aquicultura como uma atividade distinta e tecnicizada (PEIXEBR, 2025). Portanto, é importante enfatizar os pontos principais que estão sendo enfrentados continuamente pelo setor e que engloba a redução da burocracia, melhoria no ambiente de negócios, competitividade e eficiência, desenvolvimento econômico e geração de empregos e, principalmente, a sustentabilidade ambiental.

### 3.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE PEIXES

Para manter uma alta produção de pescados e acompanhar o crescimento desse mercado, é necessário se manter atento aos possíveis fatores que afetam o ambiente advindo do setor, como eutrofização, produção de efluentes, introdução e escape de animais exóticos, introdução de organismos patogênicos, alteração da

biodiversidade e modificação da paisagem, tomando precauções necessárias para diminuir tais efeitos causados pela piscicultura.

Ademais, aspectos econômicos e sociais ligados a corpos de água, como rios, lagos e criadouros, requerem distinção durante o combate aos efeitos desfavoráveis, uma vez que afetam diversas comunidades humanas e de outros animais que utilizam dessa fonte, além do potencial de contaminação do solo em casos de negligência prolongada do tratamento de água, causando o acúmulo de metais pesados, como cobre e zinco, ou microplástico normalmente presente nas farinhas de peixes das rações ofertadas em viveiros (GÜNDOĞDU, 2021).

No passado, quando a indústria da aquicultura estava apenas começando, certos fatores a impediam de produzir peixes de forma sustentável. A intenção da piscicultura nunca foi impactar o meio ambiente, mas sim aumentar a segurança alimentar. No entanto, com o tempo, surgiram os problemas ambientais. Críticas comuns foram relacionadas ao acúmulo de nutrientes e efluentes, e os impactos ambientais negativos da aquicultura são diversos. O acúmulo de nutrientes ocorre quando há alta densidade de peixes em uma área. Os peixes produzem resíduos, e seus resíduos têm o potencial de se acumular na área circundante. Isso pode esgotar o oxigênio da água e aumentar a presença de amônia, criando florações de algas e zonas mortas (STICKNEY e TREECE, 2012).

Com o passar do tempo na indústria da aquicultura, muito progresso foi feito em nome da sustentabilidade. As agências reguladoras reconheceram os efeitos do acúmulo de nutrientes e efluentes e implementaram medidas para evitar que isso aconteça. Trabalhar a cultura em uma área com fortes correntes para dispersar os efluentes, bem como realocar as culturas de peixes periodicamente para evitar o impacto em uma área específica em detrimento de outras, são algumas das maneiras pelas quais a indústria combate esse problema ambiental. Acrescenta-se que a aquicultura terrestre tem um impacto mínimo nos ecossistemas locais (STICKNEY e TREECE, 2012).

Peixes cultivados são incrivelmente eficientes em termos de recursos, especialmente quando comparados a outras proteínas animais (carne bovina, suína e de frango). A taxa de conversão alimentar, que mede a quantidade de alimento necessária para produzir a proteína, é de aproximadamente 1 para 1 para a maioria

dos animais cultivados. Isso significa que, essencialmente, meio quilo de ração produz meio quilo de proteína. As taxas de conversão alimentar da carne bovina, suína e de frango variam entre 2,2 e 10. Como resultado, as retenções de proteína e energia dos pescados também são notavelmente altas (BHAT, 2022).

Sendo assim, novas estratégias e tecnologias surgiram e provaram que é possível ter uma aquicultura sustentável e ainda integrar com outros setores como a agricultura e horticultura rural e urbana.

### 3.3. A IMPORTÂNCIA DA CARGA DE NUTRIENTES ORGÂNICOS EM UM SISTEMA INTEGRADO NA PISCICULTURA

No que se refere à piscicultura, no processo de reutilização da água, muitas vezes acumulam-se nutrientes não tóxicos e matéria orgânica. Esses subprodutos metabólicos não precisam ser desperdiçados se forem canalizados para culturas secundárias que tenham valor econômico ou que de alguma forma beneficiem o sistema primário de produção de peixes. Sistemas que cultivam culturas adicionais utilizando subprodutos da produção das espécies primárias são chamados de sistemas integrados (AFIYA, 2024).

Nesse contexto, as plantas crescem rapidamente em resposta aos nutrientes dissolvidos excretados diretamente pelos peixes ou gerados pela decomposição microbiana dos resíduos de peixes. O nitrogênio dissolvido, em particular, pode ocorrer em níveis muito elevados em sistemas integrados. Os peixes excretam o nitrogênio residual diretamente na água através de suas brânquias na forma de amônia. As bactérias convertem amônia em nitrito e, em seguida, em nitrato. A amônia e o nitrito são tóxicos para os peixes, mas o nitrato é relativamente inofensivo e é a forma preferida de nitrogênio para o crescimento de plantas superiores, como hortaliças frutíferas. É a relação simbiótica entre peixes e plantas que torna a consideração de um sistema integrado um projeto de sistema razoável (AFIYA, 2024).

Sistemas integrados são promovidos como um meio de reduzir o volume de resíduos descartados no meio ambiente. Certamente, o volume é reduzido, mas a carga poluente (matéria orgânica, nutrientes dissolvidos) por unidade de descarte é

correspondentemente maior. Esse descarte mais concentrado pode representar uma ameaça ao meio ambiente em algumas situações ou gerar uma despesa adicional se a água concentrada for despejada em um sistema de esgoto municipal para tratamento posterior. O efluente é descartado do sistema para eliminar sedimentos orgânicos e evitar o acúmulo de nutrientes (FAO, 2001).

Em sistemas integrados, as plantas recuperam uma porcentagem substancial desses nutrientes, reduzindo assim a necessidade de descarte de água no meio ambiente e, portanto, estendendo o uso da água, ou seja, ao remover os nutrientes dissolvidos por meio da absorção pelas plantas. O acúmulo de nitrato nas águas de cultivo é reduzido em até 97% no sistema integrado em comparação com o sistema com apenas peixes (LENNARD e GODDEK, 2019).

Uma cultura secundária, que recebe a maioria dos nutrientes necessários sem custo adicional, aumenta o potencial de lucro do sistema. A alimentação diária dos peixes fornece um suprimento constante de nutrientes às plantas, o que reduz ou elimina a necessidade de descarte no meio ambiente (SLEEPER, 2009).

É claro que existem desvantagens nos sistemas integrados. A mais óbvia delas é a grande proporção entre a área de cultivo de plantas e a área de criação de peixes. Uma grande proporção entre a superfície de plantas e a superfície de criação de peixes é necessária para alcançar um sistema equilibrado, no qual os níveis de nutrientes permaneçam relativamente constantes, além de ser necessário adaptar a proporção para a espécie que está sendo trabalhada. Em essência, os sistemas integrados colocam uma ênfase na cultura de plantas, o que é uma vantagem quando visto por um horticultor (SLEEPER, 2009).

Além disso, um novo conjunto de habilidades é necessário para o componente vegetal, portanto, uma operação comercial se sairia melhor com um piscicultor e um horticultor na equipe. Outra desvantagem é que o horticultor precisa recorrer a métodos de controle biológico em vez de pesticidas para proteger as plantas de pragas e doenças, devido ao principal método de nutrição ser a água do viveiro compartilhado entre as plantas. No entanto, essa restrição pode ser vista como uma vantagem, pois os produtos vegetais podem ser comercializados em um nicho de mercado como "sem pesticidas" (SLEEPER, 2009).

### 3.4. O LABORATÓRIO DE AQUACULTURA E SUSTENTABILIDADE DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DA UFRPE

O atual setor de piscicultura do Departamento de Zootecnia da UFRPE/Sede é de responsabilidade do Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto. A água do viveiro para irrigação foi adquirida da Estação de Piscicultura Johei Koike da UFRPE, especificamente dos criadouros dos peixes da espécie tilápia. Estação essa que possui 2 prédios para uso administrativo e para pesquisas, o primeiro sendo o prédio Johei Koike e o segundo sendo o prédio Prof. José Espinhara da Silva.

As instalações do setor da piscicultura consistem em um galpão de 10 m x 8,50 m, incluindo a área externa do setor. Os equipamentos internos usados para pesquisas incluem, tanques de cultivo, microscopia, bombas, dentre outros.

A maioria das pesquisas desenvolvidas no setor está voltada para a área de piscicultura, incluindo, de forma principal, peixes ornamentais. Ademais, o setor presta uma enorme contribuição ao ensino de diversas disciplinas da UFRPE ministradas pelo Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto e outras instituições que visitam o setor.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 DESENHO EXPERIMENTAL E PLANTIO DE SEMENTES

Os experimentos foram realizados na área externa do Laboratório de Aquacultura e Sustentabilidade do Departamento de Zootecnia da UFRPE, entre 21 de maio e 30 de junho de 2025 (cinco semanas).

Para tal, nove tubos de PVC, com 1 metro de comprimento e apresentando 100mm de diâmetro, foram utilizados como camas de cultivo (Figura 04). Em cada tubo, três copos de cultivo adaptados de garrafas PETs foram acondicionados, totalizando 27 unidades de cultivo, divididas em três tratamentos inteiramente casualizados, sendo cada tratamento com três réplicas. Cada copo foi perfurado na parte de baixo para drenagem da água de irrigação (Figura 05). Antes da colocação de areia adubada (terra vegetal composta), foram colocados filmes de tecido poroso, para evitar o transporte/erosão da areia pelos furos dos copos (Figura 05).

Assim, o experimento foi conduzido tendo os tratamentos de 1 a 3 (T1, T2 e T3), cada um, com uma linha com três copos de cultivo, sendo T1 irrigado com água de poço (tratamento controle), T2 irrigado com 50% de água de poço e 50% com água da Base de Piscicultura da UFRPE, e T3 com 100% de água de efluentes da referida estação de piscicultura (Figura 06).

Os tubos com os copos de cultivo, após plantadas as sementes, foram fixados na parte externa do Laboratório de Aquacultura e Sustentabilidade do Departamento de Zootecnia da UFRPE, e irrigados uma vez ao dia, com auxílio de borrifador/pulverizador plástico. Em dias de chuva, com taxas de pluviometria acima de 10mm, não foram realizadas irrigações. O cultivo se deu sob proteção de sombrite agrícola vermelho, com retenção de 35% de irradiação solar (Figura 08).

Foram plantadas sementes comerciais de alface-crespa (*Lactuca sativa* L.) e rúcula folha larga (*Eruca sativa*), das marcas Isla e Feltrin (Figura 07), respectivamente, sendo colocadas cerca de 10 sementes de cada planta em cada copo de cultivo. Durante a primeira semana de cultivo, os copos com as sementes foram mantidos no interior do laboratório, sendo o solo mantido úmido com suas

respectivas taxas de irrigação, visando o brotamento seguro e a manutenção inicial das mudas (Figura 09). Somente na segunda semana de cultivo, as mudas foram transportadas para a parte externa do laboratório.

**Figura 04** – Nove canos de PVC divididos em três tratamentos, cada tratamento com três linhas e cada cano com 3 copos de cultivo.



Fonte: Neto (2025).

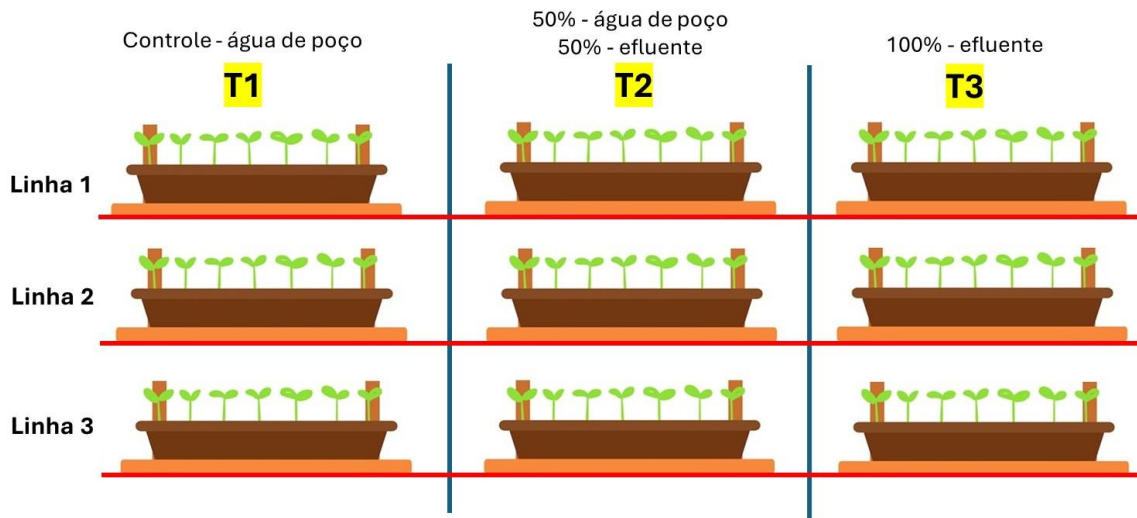
Ao final da quinta semana de experimento, as mudas foram medidas e houve a contagem de espécimes que brotaram para cada espécie.

**Figura 05** – Aspectos dos copos de cultivo, com os furos para drenagem (acima), e com filme drenante (abaixo).



Fonte: Neto (2025).

**Figura 06** – Representação esquemática do desenho experimental.



**Figura 07** – Embalagens comerciais das sementes utilizadas.



Fonte: (Esquerda) Plantei (2025), (Direita) Feltrin (2025).

**Figura 08** – Distribuição dos tubos de cultivo na parte externa do laboratório, com sombrite agrícola.



Fonte: Neto (2025).

**Figura 09** – Copos de cultivo durante a primeira semana de experimento, e borrifador utilizado para irrigação.



Fonte: Neto (2025).

## 4.2 OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Para a realização deste experimento, água da Base de Piscicultura da UFRPE foi utilizada como meio de irrigação adubado, e água das torneiras do laboratório (origem de poço) foi usada para efeito comparativo no desenho experimental. Nesta estação de piscicultura, o viveiro de número 3 foi utilizado como fonte de água, uma vez que é o viveiro com maiores índices de eutrofização (aporte de nutrientes e acúmulo de matéria orgânica em decomposição na água). Este viveiro abriga tilápias adultas e a espécie de peixe de grande porte, o pirarucu da Amazônia. A Figura 10 apresenta uma imagem de satélite da área da Base de Piscicultura da UFRPE, em que mostra o viveiro 3 com um grande volume de algas na sua superfície (Figura 10).

**Figura 10** – Estação de Piscicultura Johei Koike (UFRPE), e a configuração dos seus 10 principais viveiros, onde nota-se o viveiro 3 com floração de microalgas.



Fonte: Google Earth (2023).

A água do viveiro foi coletada com auxílio de balde e transportada para o laboratório em galões de 5 litros (Figura 11). Em laboratório, era acondicionada em galão de 20 litros e coberta com dois sacos plásticos da cor preta, visando impedir que a luminosidade do ambiente pudesse interferir na produção de microalgas e

bactérias, comprometendo as medições de parâmetros como amônia e pH semanais (Figura 12).

Semanalmente, os parâmetros da água de poço, da mistura de água de poço mais água da Base de Piscicultura, e da água proveniente dos cultivos da Base foram avaliados nos quesitos de teores de nutrientes. Para medições dos teores de amônia, nitrito e pH, kits de medição para aquário da marca *Labcon* foram utilizados (Figura 13).

A escolha da marca se deu em função do preço, facilidade de compra (disponível no mercado local) e praticidade do método (leves, ocupam pouco espaço e demandam pouco tempo de análise). Tais kits são compostos por reagentes químicos, que uma vez adicionados a uma pequena alíquota de água de cada tanque, mudam a coloração da água e, por diferença de tons, quando comparados a uma folha de paleta de cores, fornece os valores para tais parâmetros na amostra. Este método é mais simples, rápido e mais barato do que o método tradicional químico, de laboratório, onde amostras de água (com cerca de um litro de amostra) precisam serem tomadas no ambiente, rapidamente congeladas, transportadas para laboratório, descongeladas, e com o emprego de vários reagentes os três parâmetros aqui analisados são determinados.

**Figura 11** – Aspectos da coleta de água do viveiro 3 na Base de Piscicultura da UFRPE.



Fonte: Neto (2025).

**Figura 12** – Aspectos da guarda da água do viveiro 3 da Base de Piscicultura da UFRPE.



Fonte: Neto (2025).

**Figura 13** – Kits de análises para Nitrito, pH e amônia tóxica.



Fonte: Neto (2025).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados colhidos ao longo do período experimental apontam para o sucesso do processo de irrigação no sistema de horta vertical.

No processo de coleta de água no viveiro da Base de Piscicultura, os valores de amônia, pH e nitrito foram verificados, assim como a água do laboratório usada (poço) e a mistura das duas fontes.

No início do experimento, os valores de amônia estavam muito altos para a água da piscicultura, o contrário da água de poço, conforme a classificação prevista pelo método de avaliação pelos kits. O valor inicial, em 21 de maio, foi de 0,089, em um pH de 6,4 para a água da Base de Piscicultura. No dia 17 do mês seguinte, os valores permaneceram altos para esta fonte e, paralelamente, o nitrito estava também com teores altos, em 1 ppm. A água do laboratório (poço) não apresentou detecção de amônia, mas o pH apresentou-se sempre alcalino. A mistura preparada com água das duas fontes reduziu o teor de amônia, nitrito e trouxe o pH para a faixa neutra (Tabela 01).

**Tabela 01** – Resultados obtidos no momento de coleta para obtenção de água e mistura. Valores não detectados marcados com \*.

Data	Base de Piscicultura			Poço			Mistura		
	Amônia	pH	Nitrito	Amônia	pH	Nitrito	Amônia	pH	Nitrito
21/05/2025	0,089	6,4	1 ppm	* 0,0	8	* 0 ppm	0,041	7,2	0,4 ppm
17/06/2025	0,091	6,8	1 ppm	* 0,0	7,8	* 0 ppm	0,039	7,5	0,3 ppm

Fonte: Neto (2025).

O plantio das sementes foi realizado no dia 21 de maio de 2025, e o brotamento das mudas iniciou-se no dia 23 do mesmo mês, para todos os tratamentos, dentro das instalações do laboratório de Aquacultura e Sustentabilidade da UFRPE, onde pequenas hastes vegetais e raízes eram visualizadas nos copos de cultivo (Figura 14). Após cinco semanas de experimento, o tratamento T3 obteve melhor desempenho sob a irrigação com água de viveiro da Base de Piscicultura.

**Figura 14** – Aspectos do brotamento das mudas, após 3 dias de plantio.



Fonte: Neto (2025).

Ao longo do experimento, ficou evidente que o tratamento 3 se desenvolvia mais rápido e mais denso em termos de mudas viáveis. Esta tendência permaneceu até o final do experimento, como mostrado visualmente nas Figuras 15, 16 e 17, e numericamente na Tabela 02, que mostra, por copo e tratamento, a quantidade de mudas de alface e rúcula que brotaram, bem como a média de altura dos brotos no último dia de experimento.

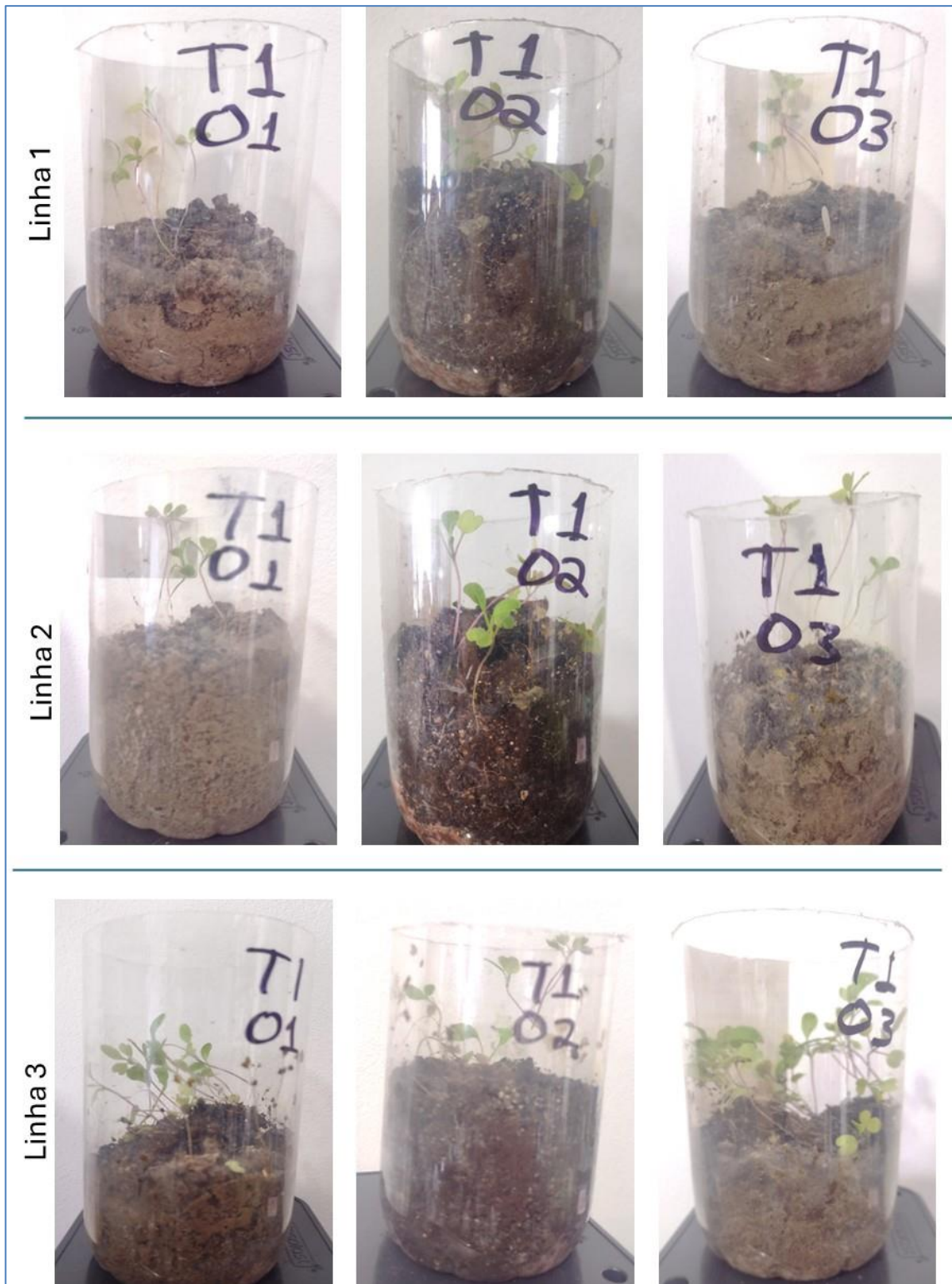
A Tabela 02 mostra, para o dia final de experimento, que o tratamento 3 (água do viveiro) obteve as mais altas médias máximas de crescimento (altura), com 11,2 cm de máxima e mínima de 7 cm. No tratamento 2 (mistura das duas fontes), a máxima ficou em 5 cm e a mínima ficou em 3 cm. Para o tratamento 1 (água do laboratório), a altura máxima dos brotos foi de 4,5 cm, e a mínima, em 3,5 cm (apenas um centímetro de diferença). Fica clara a diferença entre as fontes do tratamento 3 e a combinação entre os tratamentos 1 e 2.

Para o caso do tipo de planta em número de mudas brotadas, rúcula esteve presente em todos os copos, em todos os tratamentos, alface brotou apenas nas linhas 1 e 2 do tratamento 2, mas em quantidade insuficiente de mudas (2 e 1 mudas, respectivamente) (Tabela 02).

**Tabela 02** – Resultados numéricos obtidos entre tratamentos para rúcula e alface, e médias de alturas (em centímetros) dos vegetais ao término do experimento.

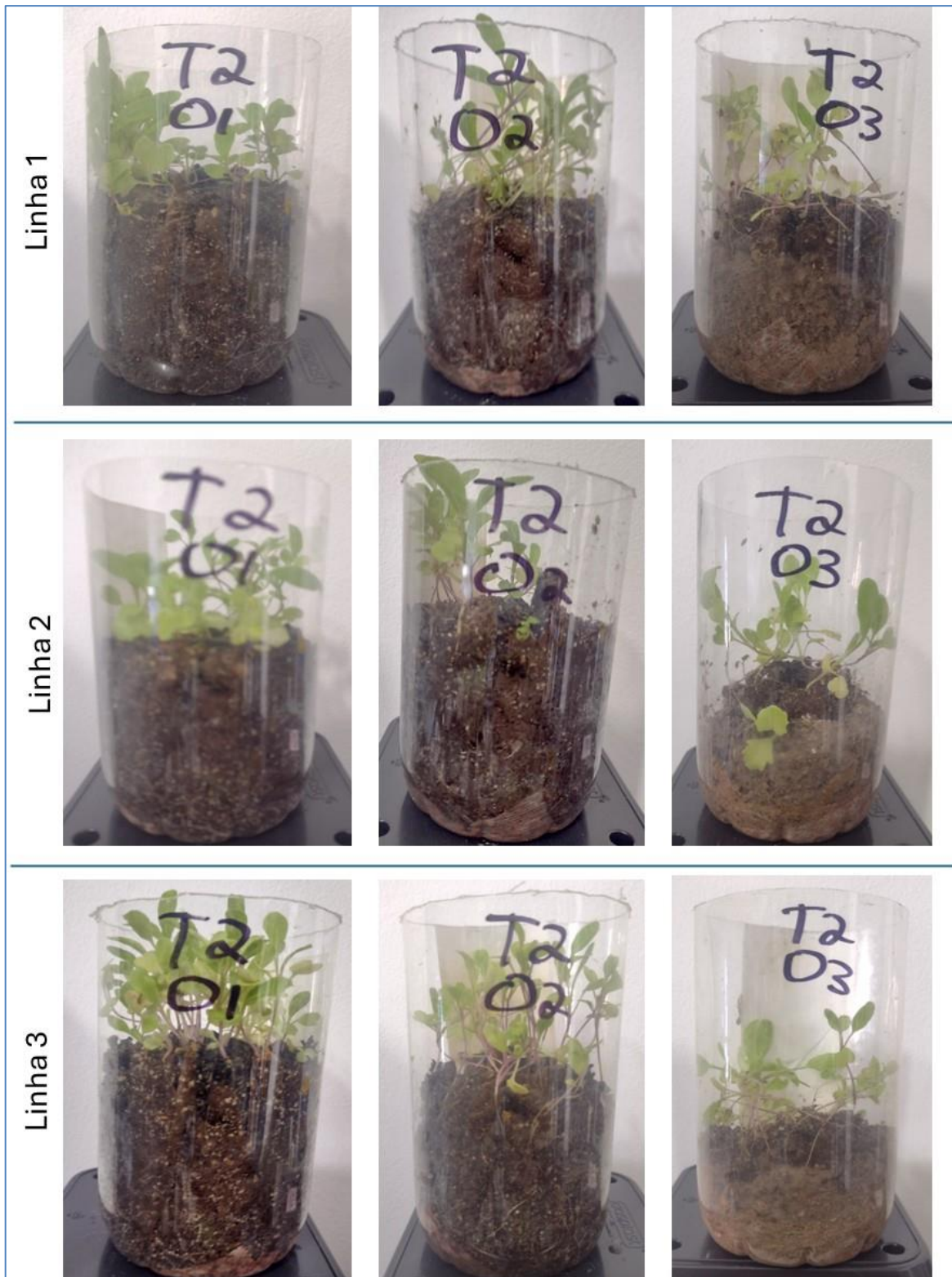
<b>Tratamento</b>	<b>Linha</b>	<b>Réplica/copo</b>	<b>Alface</b>	<b>Rúcula</b>	<b>Média de altura (cm)</b>
<b>T1</b>	01	01	0	4	3,5
		02	0	5	3,5
		03	0	5	4,0
	02	01	0	4	3,5
		02	0	5	4,0
		03	0	3	4,5
	03	01	0	7	3,5
		02	0	5	3,5
		03	0	9	4,5
<b>T2</b>	01	01	2	8	3,5
		02	0	11	4,5
		03	0	9	4,5
	02	01	1	8	4,5
		02	0	8	4,5
		03	0	7	4,5
	03	01	0	12	4,5
		02	0	13	5,0
		03	0	10	4,5
<b>T3</b>	01	01	0	4	9,5
		02	0	9	7,5
		03	0	8	9,5
	02	01	0	7	10,5
		02	0	3	10,0
		03	0	9	9,5
	03	01	0	6	11,2
		02	0	6	9,0
		03	0	6	9,5

**Figura 15** – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 1, copo a copo, em cada linha.



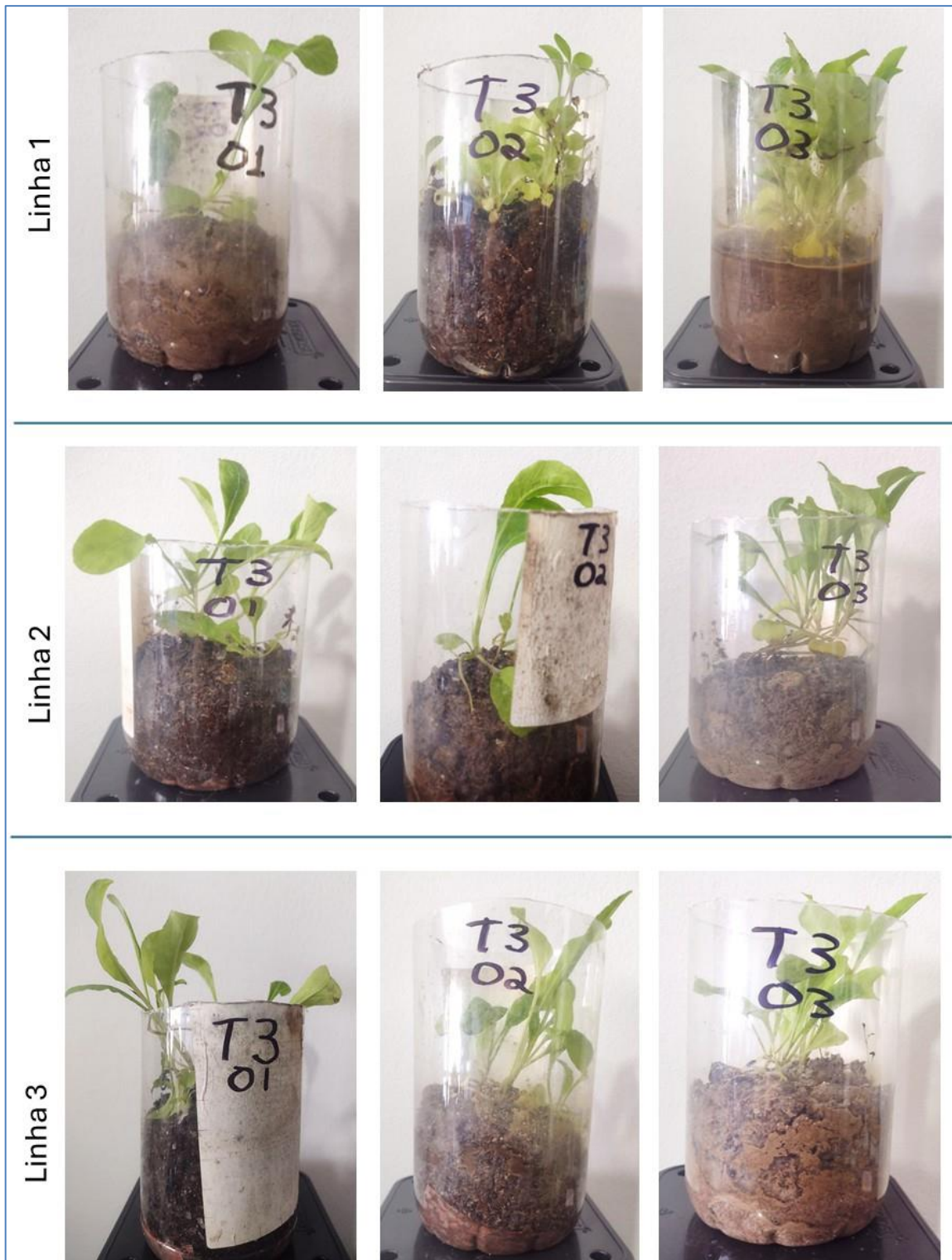
Fonte: Neto (2025).

**Figura 16** – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 2, copo a copo, em cada linha.



Fonte: Neto (2025).

**Figura 17** – Aspectos da densidade e altura (cm) das mudas no final do experimento para o tratamento 3, copo a copo, em cada linha.



Fonte: Neto (2025).

Os resultados descritos acima, bem como as imagens apresentadas, mostram que a água da Base de Piscicultura, rica em nutrientes (tratamento 3), proporcionou um crescimento potencializado de mudas, enquanto o tratamento 1 (água de poço, sem nutrientes) não foi otimizado, e a altura das mudas mostra um atraso no seu desenvolvimento. A mistura de águas (tratamento 2) apresenta uma leve vantagem em relação ao tratamento 1, mas aquém do ideal para o desenvolvimento vegetal.

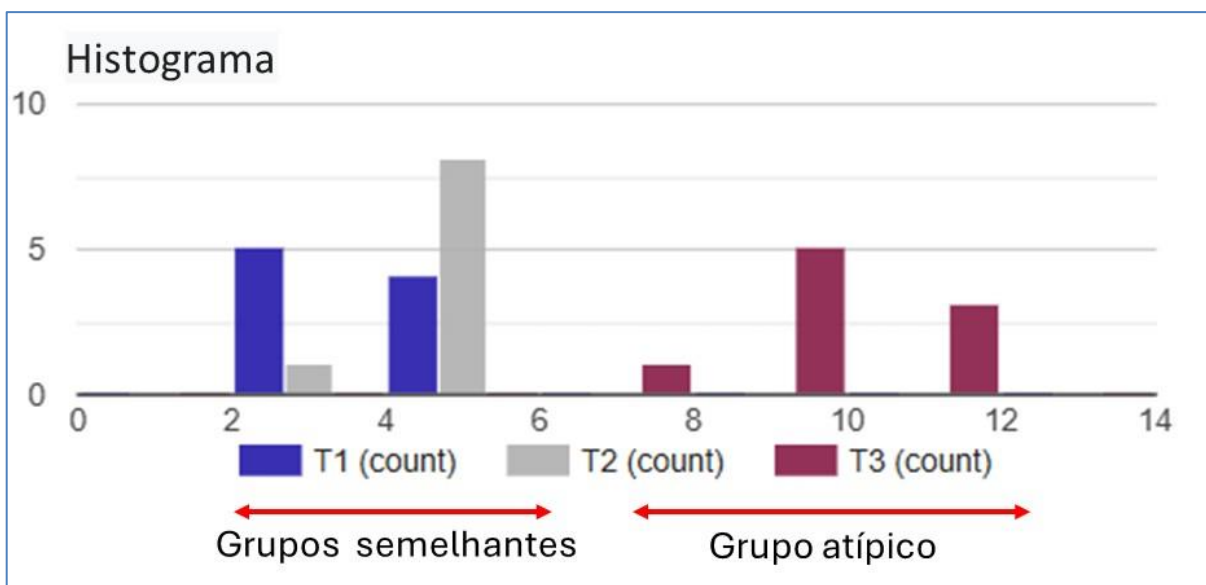
Para o cultivo de alface, o pH ideal do solo deve estar entre 6 e 7, ou seja, ligeiramente ácido. Além disso, o solo deve ser bem drenado e rico em nutrientes. Neste experimento, o tratamento 2 teve brotamento de alface, diferente da faixa ideal, e mesmo assim, apenas 3 mudas brotaram, mas não se desenvolveram.

A análise de variância, ANOVA, mostrou que a diferença entre as médias de alturas em centímetros, amostrais, de alguns tratamentos é grande o suficiente para ser estatisticamente significativa. Como  $p\text{-valor} < \alpha$ ,  $H_0$  é rejeitada (rejeita-se que os tratamentos são estatisticamente iguais).

Algumas médias dos tratamentos são consideradas diferentes. O valor de  $p$  é igual a  $1,44329e-15$ , [ $p(x \leq F) = 1$ ]. Isso significa que a chance de erro do tipo 1 (rejeição de uma  $H_0$  correta) é pequena:  $1,443e-15$  ( $1,4e-13\%$ ). Quanto menor for o valor de  $p$ , mais forte ele suporta a  $H_1$ .

O tamanho do efeito observado “ $f$ ” é grande (4,03). Isso indica que a magnitude da diferença entre as médias é grande. O  $\eta^2$  é igual a 0,94. Isso significa que a análise explica 94,2% da variância em relação à média (semelhante ao  $R^2$  na regressão linear). Os resultados desta análise também apontam que as médias dos seguintes pares são significativamente diferentes: T1 e T3, e T2 e T3 - assim, T3 difere de T1 e T2, que são estatisticamente próximos. O histograma resultante da análise de variância mostra o tratamento 3 como um grupo isolado, fora da similaridade com os tratamentos 1 e 2 (Figura 18).

**Figura 18** – Histograma produzido por ANOVA, mostrando a singularidade do tratamento 3.



A utilização da água proveniente da aquicultura como fonte de irrigação para hortas tem ganhado atenção nos últimos anos, especialmente em contextos de agricultura sustentável e gestão eficiente dos recursos hídricos. A água de aquicultura, muitas vezes rica em nutrientes devido aos resíduos dos organismos cultivados, pode ser uma alternativa viável e benéfica para a irrigação de culturas agrícolas.

Os benefícios da água de aquicultura (efluentes) são, o uso de água de aquicultura como irrigante pode proporcionar nutrientes essenciais para as plantas, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos. Acrescenta-se que, a água de aquicultura contém compostos como nitrogênio e fósforo que são benéficos para o crescimento das plantas (TIDWELL, 2012).

O uso da água de piscicultura como fonte de nitrogênio para a irrigação de hortas é um tema que tem sido explorado em algumas pesquisas, destacando-se os benefícios agrônômicos e as práticas sustentáveis associadas a essa abordagem.

Em um estudo realizado por Tung (2021), foi observado que a irrigação com água de aquicultura aumentou significativamente a produtividade de hortas, como tomate e alface, em comparação com a irrigação convencional. O aumento da produtividade foi atribuído ao fornecimento adicional de nutrientes pela água. A água proveniente da piscicultura é rica em nutrientes, especialmente nitrogênio, devido à decomposição de resíduos orgânicos e excreções dos peixes. Ademais, a utilização

dessa água na irrigação de hortas pode fornecer uma fonte contínua de nitrogênio, essencial para o crescimento vegetativo das plantas (NASCIMENTO, 2016).

A utilização da água de aquicultura não apenas melhora a eficiência do uso da água, mas também contribui para a redução do desperdício de nutrientes. Além disso, o manejo integrado da água de aquicultura e da agricultura pode ajudar a minimizar a poluição hídrica e promover uma agricultura mais sustentável (TIDWELL, 2012).

Estudos demonstraram que a irrigação com água de piscicultura pode resultar em um aumento significativo na produtividade das hortas. Outro aspecto relevante é que hortas irrigadas com água de piscicultura apresentaram um crescimento 30% maior em comparação com aquelas irrigadas com água convencional, devido à disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes (TUNG, 2021).

O uso de água de piscicultura não só melhora a fertilidade do solo, mas também contribui para a gestão eficiente dos recursos hídricos. Outrossim, a reutilização da água da piscicultura para irrigação reduz a necessidade de fertilizantes químicos, promovendo uma agricultura mais sustentável e menos dependente de insumos externos (TIDWELL, 2012).

No entanto, é importante monitorar a qualidade da água utilizada. Visto que a presença de patógenos e contaminantes na água de aquicultura pode representar riscos à saúde, e práticas de manejo adequadas devem ser implementadas para garantir a segurança alimentar. É dever enfatizar a necessidade de práticas de manejo adequadas para garantir a segurança no uso da água de piscicultura na irrigação (EMBRAPA, 2013).

A integração com outros sistemas de aquicultura e agricultura (sistemas de aquaponia, como exemplo) é uma abordagem cada vez mais popular. Destaca-se que os benefícios da aquaponia, onde a água rica em nutrientes da aquicultura é utilizada para irrigar hortas, cria um ciclo de produção eficiente e sustentável. Além disso, em sistemas de aquaponia, a água rica em nitrogênio da piscicultura é utilizada para irrigar hortas, criando um ciclo produtivo eficiente e sustentável (TIDWELL, 2012).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenho amostral aponta para a importância do uso de água de efluentes da piscicultura como uma fonte de adubação para irrigação, ou seja, a possibilidade de uso de efluentes de piscicultura em irrigação adubada é viável e pode potencializar o crescimento e a velocidade de desenvolvimento de vegetais.

Além disso, a mistura da água de poço e efluentes da piscicultura reduz o teor de nutrientes e coloca o pH em uma faixa neutra, reduzindo o potencial de adubação. Não só, mas também a água de poço é pobre em nutrientes, e o pH encontra-se em uma faixa mais alcalina.

Portanto, a alface não foi apropriada ao método, que foi bem mais eficiente com rúcula.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIYA, R. S. **Harmony in Agriculture - Integrating Horticulture and Fish**. Thiruvapur: [s.n.], 2024. 84 p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em: 13 Julho 2025.

BHAT, H. & A. I. & A. O. & S. M. & A. B. & H. T. **Assessment of the Growth Performance by RNA/DNA Ratio in *Cyprinus carpio* var. *communis* (Scale carp) Using Different Dietary Protein Levels**. Srinagar: [s.n.], 2022. 13 p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em: 15 Julho 2025.

NASCIMENTO, T. S. Monteiro, R. N. F. " **Irrigação com Efluente de Piscicultura no Cultivo de Mudanças de Tomate.**" *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 2016.

EMBRAPA. **Aquicultura - manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna: [s.n.], 2013. 39 p. ISBN ISSN 1517-5111. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>>. Acesso em: 11 Julho 2025.

FAO. **Integrated agriculture-aquaculture**. Silang: [s.n.], 2001. 51 p. Disponível em: <<https://www.fao.org>>. Acesso em: 17 Julho 2025.

GÜNDOĞDU, S. & E. O. T. & E. E. & T. G. M. & W. X. G. . **Fish out, plastic in - Global pattern of plastics in commercial fishmeal**. Adana: [s.n.], v. 534, 2021. 10 p. ISBN ISSN 0044-8486. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 15 Julho 2025.

LENNARD, W.; GODDEK, S. **Aquaponics - The Basics**. Melbourne: [s.n.], 2019. ISBN 978-3-030-15943-6. Disponível em: <<https://link.springer.com>>. Acesso em: 16 Julho 2025.

MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília: BRASIL, 2010. 128 p. Disponível em: <<https://www.academia.edu>>. Acesso em: 12 Julho 2025.

PEIXEBR. **ANUÁRIO 2023 PeixeBR da Piscicultura**. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2023. 126 p. Disponível em: <[peixebr.com.br](http://peixebr.com.br)>. Acesso em: 11 Julho 2025.

PEIXEBR. **ANUÁRIO 2025 PeixeBR da Piscicultura**. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2025. 130 p. Disponível em: <[peixebr.com.br](http://peixebr.com.br)>. Acesso em: 11 Julho 2025.

SLEEPER, A. M. **INTEGRATION OF INTENSIVE AQUACULTURE PRODUCTION AND HORTICULTURE CROP PRODUCTION**. Auburn: [s.n.], 2009. 216 p. Disponível em: <<https://etd.auburn.edu>>. Acesso em: 17 Julho 2025.

STICKNEY , R. R.; TREECE, G. D. **History of Aquaculture**. Brazos: John Wiley & Sons, 2012. 36 p. ISBN ISBN 9781118250105. Disponivel em: <<https://onlinelibrary.wiley.com>>. Acesso em: 16 Julho 2025.

TUNG, T. V. " **Recycling of aquaculture wastewater and sediment for sustainable corn and water spinach production.**" Journal of Agricultural Science, 2021.