



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANDERSON PIRES DE MORAES

**Densidades de Estocagem para Tilápia do Nilo em Sistema
Aquapônico de Raft**

GOIÂNIA

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFMG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFMG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

ANDERSON PIRES DE MORAES

3. Título do trabalho

DENSIDADES DE ESTOCAGEM PARA TILÁPIA DO NILO EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por Fernanda Gomes De Paula, Professor do Magistério Superior, em 10/01/2022, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por ANDERSON PIRES DE MORAES, Discente, em 10/01/2022, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2618097 e o código CRC D068EA69.

ANDERSON PIRES DE MORAES

**Densidades de Estocagem para Tilápia do Nilo em Sistema
Aquapônico de Raft**

Dissertação apresentada para obtenção
do título de Mestre em Zootecnia, junto
ao Programa de Pós-graduação em
Zootecnia da Escola de Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de
Goiás

Área de concentração:

Produção Animal

Linha de Pesquisa:

Nutrição e Produção Animal

Orientador(a):

Prof^a. Dr^a. Fernanda Gomes de Paula

Comitê de orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini – DZO/EVZ/UFG

Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa – IFGoiano – Campus de Rio Verde

GOIÂNIA

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Moraes, Anderson Pires de

Densidades de Estocagem para Tilápia do Nilo em Sistema Aquapônico de Raft [manuscrito] / Anderson Pires de Moraes. - 2022. 71 f.

Orientador: Profa. Dra. Fernanda Gomes de Paula; co-orientador Dr. José Henrique Stringhini; co-orientador Dr. Adriano Carvalho Costa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2022.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Aquaponia. 2. Alface baby leaf. 3. Hidroponia. 4. Qualidade de Água. 5. Sustentabilidade.. I. Paula, Fernanda Gomes de, orient. II. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 100 da sessão de Defesa de Dissertação de **Anderson Pires de Moraes** que confere o título de **Mestre em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos dez dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e um – (10/12/2021) a partir das 08h00min, cuja participação ocorreu por meio de videoconferência pelo link: <https://meet.google.com/ivj-gvqa-ggx>, onde realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "Tilápia do Nilo Mantida em Diferentes Densidades de Estocagem e Integrada ao Cultivo de Alface em Sistema Aquapônico de Raft". Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Fernanda Gomes de Paula** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Luciane Sperandio Floriano - IFGoiano, Campus Urutaí/GO**, membro titular externo e **Emmanuel Arnhold - EVZ/UFG**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **FIZERAM** sugestão de alteração do título do trabalho conforme explicitado abaixo. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido o candidato **Aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Presidente da Banca Examinadora **Fernanda Gomes de Paula**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

"DENSIDADES DE ESTOCAGEM PARA TILÁPIA DO NILO EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT"



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Gomes De Paula, Professor do Magistério Superior**, em 10/12/2021, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emmanuel Arnhold, Professor do Magistério Superior**, em 10/12/2021, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciane Sperandio Floriano, Usuário Externo**, em 10/12/2021, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2496979** e o código CRC **8ACDF7A8**.

Referência: Processo nº 23070.061315/2021-38

SEI nº 2496979

Dedico esse trabalho a minha avó,
Maria das Graças Pires *in memoriam*.
Exemplo de fé, superação e força.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus.

À minha mãe Sônia Maria Pires, pela dedicação, amor, compreensão, valores pessoais e pelas surras.

Aos meus avós Maria das Graças Pires e Juca Pires (*in memoriam*), pelos ensinamentos e pela família maravilhosa.

Aos meus irmãos Maria Gabriella das Graças Pires de Moraes (“Gurdurinha”) por ser essa pessoa de peso na minha vida e Lucas Donizetti Feliciano Pires Ferreira (“Cabeção”).

Ao meu sobrinho Davi e afilhado Eduardo José pelas brincadeiras e risadas.

Aos meus padrinhos Naira Andreja (“Tinica”), Lazaro Junior (“Véi Zá”) e Edson Sidião (“Bodão”), pelas oportunidades concedidas.

Aos meus tios Suzi Rosália e Lazaro Alves, pelo acolhimento e pela oportunidade, compreensão e valores pessoais. Brasil Vicente, Frances Maria, Rui Pires, José (“Carneirinho”) Eduardo Pires *in memoriam*, pelo carinho.

Meu primo Danilo Sanchas de Sousa (“Phosseidon”)

Aos meus orientadores Fernanda Gomes de Paula, José Henrique, Adriano pelos ensinamentos, oportunidades concedidas e paciência.

Aos amigos da AgroFish Consultoria Caniggia Lacerda e Fabricio Sado: obrigado pelos conselhos e pelas conversas.

À Aquabel do Brasil pela doação dos peixes utilizados e por acreditar no trabalho do Setor de Aquicultura.

Ao Setor de Aquicultura da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás por minha formação profissional.

Aos meus amigos e estagiários do Setor de Aquicultura: Dayanne, Lara, Emiliano, Fabio, Marco Tulio, Cairo, Gabriel, Emiliano, Gabriel Cândido, Guilherme e Vitor Peixoto.

Aos meus amigos Daniel Martins, Danilo Sanches, Caniggia Lacerda e Fabricio Sado.

Aos Colegas que compartilharam comigo todos os momentos vividos na pós: Rafael e Susan.

"Se você não gosta do seu destino, não aceite. Em vez disso, tenha a coragem de mudá-lo do jeito que você quer que seja."

Uzumaki

SUMÁRIO

	Pag.
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	21
1.1 Aquaponia.....	22
1.2 Sistema Aquapônico.....	23
1.3 Mesa do Cultivo.....	23
1.4 NFT.....	24
1.5 Raft.....	25
1.6 Tilápia.....	26
1.7 Alface.....	27
1.8 Referências.....	30
CAPÍTULO II – DENSIDADES DE ESTOCAGEM PARA TILÁPIA DO NILO EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT.....	36
Resumo.....	36
Abstract.....	36
1.Introdução.....	38
2.Obejetivo.....	39
3.Material e Métodos.....	40
3.1. Local e animais.....	40
3.2. Delineamento experimental.....	41
3.4. Instalações experimentais.....	43
3.5. Alimentação.....	42
3.6. Parâmetros avaliados.....	44
3.6.1. Biometrias.....	42
3.6.2. Análise Estatística.....	42
3.6.3. Qualidade da água.....	42
3.6.4. Desempenho produtivo.....	42
3.6.5. Parâmetros hemato-imunológicos.....	43
3.6.6. Rendimentos corporais.....	43
3.6.7. Composição química do Filé de Tilapia e da Alface.....	44
3.6.6. Avaliação econômica.....	44

3.7. Estatística.....	44
4. Resultados e Discussão.....	45
4.1. Qualidade da água.....	45
4.2. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo e da Alface.....	50
4.3. Parâmetros hemato-imunológicos.....	53
4.4. Rendimentos corporais.....	55
4.5. Composição química da alface e do filé de tilápia.....	57
4.6. Avaliação econômica.....	58
5. CONCLUSÃO.....	61
10. REFERÊNCIAS.....	62
CAPÍTULO III – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
ANEXOS.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Aquapônico: Mesa da Cultivo.....	23
Figura 2. Sistema Aquapônico NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>).....	24
Figura 3. Sistema Aquapônico de Raft.....	25
Figura 4. Alface <i>Babyleaf</i> (Alface Crespa).....	28
Figura 5: Unidades Experimentais.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média da temperatura (Temp), oxigênio dissolvido (OD), transparência da água (Transp) experimento relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	47
Tabela 2. Média da temperatura (Temp), oxigênio dissolvido (OD), transparência da água (Transp) experimento comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	48
Tabela 3. Média da potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade (Alc), experimento relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ² .	48
Tabela 4. Média da potencial hidrogeniônico (Ph), alcalinidade (Alc), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	49
Tabela 5. Média compostos nitrogenados amônia, amônia toxica, nitrito, nitrato, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ² .	50
Tabela 6. Média compostos nitrogenados amônia, amônia toxica, nitrito, nitrato, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	51
Tabela 7. Médias dos pesos dos peixes, biomassa dos peixes e ganho de biomassa, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	52
Tabela 8. Médias dos pesos dos peixes, biomassa dos peixes e ganho de biomassa, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	53
Tabela 9. Médias de consumo de ração, consumo de ração total, conversão alimentar, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	54

Tabela 10. Médias de consumo de ração, consumo de ração total, conversão alimentar, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	55
Tabela 11. Médias de Taxa de Crescimento Especifico, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	55
Tabela 12. Médias de Taxa de Crescimento Especifico, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	56
Tabela 13. Médias dos pesos das alfices 20 e 40 dias, peso das folhas aos 20 e 40 dias, peso da raiz aos 20 e 40 dias, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	57
Tabela 14. Médias para os parâmetros hematológico aos 40 dias, Hemácias, Hemoglobina, Hematócrito, Volume Corpuscular Médio VCM, Hemoglobina Corpuscular Média HCM e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média CHCM, relacionados, relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m ² e 6 peixes por m ²	57
Tabela 15 Médias para os parâmetros hemato-imunológicos aos 40 dias, Trombócitos Leucócitos Heterofilos Eosinófilos Linfócitos Monócitos relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m ² e 6 peixes por m ²	57
Tabela 16 Médias para os parâmetros hemato-imunológicos aos 40 dias, Heterofilos/Linfócitos, Leucócitos/Trombócitos relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m ² e 6 peixes por m ²	58
Tabela 17. Médias peixe inteiro, porcentagem vísceras, porcentagem cabeça, porcentagem de rendimento de filé, porcentagem do Índice Hepato-somatico (IHS) porcentagem Índice de Gordura Visceral (IGV), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	58
Tabela 18. Médias peixe inteiro, porcentagem vísceras, porcentagem cabeça, porcentagem de rendimento de filé, porcentagem do Índice Hepato-somatico (IHS)	

porcentagem Índice de Gordura Visceral (IGV), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	59
Tabela 19. Médias de composição química e física da alface matéria seca da alface aos 20 e 40 dias, proteína na matéria seca da alface aos 20 e 40 dias, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	59
Tabela 20. Médias de composição química e física do filé de peixe, matéria seca do filé, proteína na matéria seca do filé e extrato etéreo na matéria seca do filé, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	60
Tabela 21. Médias de valores da Avaliação Econômica Tilapia Custo Operacional Parcial (COP Px), Receita Bruta (RB Px), Receita Líquida Parcial (RLP Px), IC Custo Operacional Parcial Total (COP Total), Receita Bruta Parcial Total (RBP Total), Receita Líquida Parcial Total (RLP Total) relacionados, a presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	61
Tabela 22. Médias de valores da Avaliação Econômica Tilapia Custo Operacional Parcial (COP Px), Receita Bruta (RB Px), Receita Líquida Parcial (RLP Px), IC Custo Operacional Parcial Total (COP Total), Receita Bruta Parcial Total (RBP Total), Receita Líquida Parcial Total (RLP Total) relacionados, a presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m ² e 6 peixes m ²	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Distribuição dos quatro tratamentos, densidade de estocagem, área do tanque, número de repetições por tratamento, número de peixes por tratamento e número de peixes total utilizados no experimento.....	42
---	----

LISTA DE SIGLAS

NFT - (*Nutrient Film Technique*)

PVC - Policloreto de Vinilo

DWC - Deep Water Culture

°C – Celsius

OD – Oxigênio Dissolvido

mg/L – Miligramas por litro

pH – Potencial Hidrogênio Iônico

ED – Energia Digestível

kcal ED – quilocaloria de Energia Digestível

PB – Proteína Bruta

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

OMS - Organização Mundial da Saúde

Kg - Quilogramas

Cm – Centímetros

CEUA – Conselho de Ética de Uso Animal

Nº - Número

DZO – Departamento de Zootecnia

EVZ – Escola de Veterinária e Zootecnia

UFG – Universidade Federal de Goiás

m² - Metros quadrados

mm - Miligramas

g – Gramas

H – Hidrogênio

PM – Peso Médio

CAR – Consumo de Ração

CAA – Conversão Alimentar Aparente

EDTA - Etilenodiaminotetracético

VCM - Volume Corpuscular Médio

CHCM - Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

COP – Coeficiente Operacional Padrão

Px - Peixe

F – Fator

S/alf – Sem Alface

C/alf – Com Alface

T^a – Temperatura

Temp. – Temperatura

Transp. – Transparência

Alc. - Alcalinidade

NTot - Nitrogênio Total

P – Peso

BIO - Biomassa

CR – Consumo de Ração

CRTot – Consumo de Ração Total

CAA – Conversão Alimentar Aparente

GPBio – Ganho de Peso em Biomassa

TCE – Taxa de Crescimento Especifico

N Alf – Número de alfaces

P Alf Tot – Peso Alface Total

HCM - Hemoglobina Corpuscular Média

Evisce. – Eviscerado

Cab. – Cabeça

Vísc. – Vísceras

IHS. – Índice Hepato-somático

IGV. – Índice Gordura Visceral

Fíg. – Fígado

Gord. - Gordura

MS – Matéria Seca

MM – Matéria Mineral

MN – Matéria Natural

EE – Extrato Etéreo

COP – Custo Operacional Parcial

RB – Receita Bruta

IC – Incidência de Custos

RPL – Receita Parcial Líquida

RBP – Receita Bruta Bruta

DENSIDADES DE ESTOCAGEM PARA TILÁPIA DO NILO EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT

RESUMO GERAL

A demanda por alimentos de origem animal, aliada à preocupação com a segurança alimentar dos seres humanos e dos animais, alimentos mais naturais sem uso de defensivos agrícolas e o uso consciente da água, vêm fazendo com que se aumentem os cuidados com a produção animal de modo mais ecológico e sustentável. Nesse contexto, este experimento será desenvolvido com o intuito de avaliar a produção da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Supreme, mantida em diferentes densidades de estocagem com e sem a integração com o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) “Baby Leaf” em sistema aquapônico de Raft durante a terminação. O delineamento experimental utilizado é o bloco ao acaso com quatro tratamentos em esquema fatorial 2 x 2 (T1: 3 peixes/m² sem alface; T2: 6 peixes/m² sem alface; T3: 3 peixes/m² com alface; T4: 6 peixes/m² com alface), repetindo no tempo, uma vez que o experimento foi repetido para proporcionar maior precisão dos resultados. Em cada fase serão avaliados: o desempenho produtivo da tilápia do Nilo e da alface; viabilidade econômica do sistema; análise de parâmetros limnológicos, hemato-imunológicos e parasitológicos; rendimentos corporais da tilápia do Nilo; composição química do filé de tilápia e da alface. Observou-se que as unidades experimentais que na densidade de 6 peixes por metro quadrado com a presença da alface proporcionou melhores resultados, dados zootécnicos, hemato-imunológicos e também melhor viabilidade econômica.

Palavras-chave: Alface *baby leaf*, Aquaponia, Hidroponia, Qualidade de Água, Raft, Sustentabilidade.

STORAGE DENSITIES FOR NILE TILAPIA IN RAFT AQUAPONIC SYSTEM

Abstract

The demand for food of animal origin, combined with the concern with the food safety of humans and animals, more natural foods without the use of agricultural pesticides and the conscientious use of water, has led to increased care with animal production. more ecological and sustainable way. In this context, this experiment will be developed in order to evaluate the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Supreme lineage, maintained at different stocking densities with and without integration with the lettuce (*Lactuca sativa*) "Baby Leaf" cultivation in aquaponic Raft system during termination. The experimental design used is a randomized block with four treatments in a 2 x 2 factorial scheme (T1: 3 fish/m² without lettuce; T2: 6 fish/m² without lettuce; T3: 3 fish/m² without lettuce; T4: 6 fish /m² with lettuce), repeating over time, since the experiment was repeated to provide greater accuracy of the results. In each phase, the following will be evaluated: the productive performance of Nile tilapia and lettuce; economic feasibility of the system; analysis of limnological, hemato-immunological and parasitological parameters; body income from Nile tilapia; chemical composition of tilapia and lettuce fillet. It was observed that the experimental units that in the density of 6 fish per square meter with the presence of lettuce provided better results, zootechnical, hemato-immunological data and also better economic viability.

.Keywords: Baby leaf lettuce, Aquaponics, Hydroponics, Water Quality, Raft, Sustainability, Waste treatment.

1. Considerações Gerais

A aquicultura é responsável pela produção de 110 milhões de toneladas de proteína animal, com capacidade para saciar a fome e melhorar a alimentação da população mundial¹.

Os impactos econômicos e sociais gerados pelas atividades aquícolas foram tão abrangentes que essa experiência passou a ser chamada de “revolução azul”, em alusão à experiência com a “revolução verde”, que proporcionou grandes transformações na atividade agropecuária e no modo de vida das pessoas a partir da década de 1950².

De acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR), foram produzidas 802 mil toneladas de peixes de cultivo em 2020, contra 758 mil em 2019. O número representa um crescimento de 5,93%. A previsão em 2021 é crescer pelo menos 10%, passando de 880 mil toneladas.¹

A tilápia, que responde por mais de 60% da criação no Brasil. No ano passado, a produção da espécie, considerada o "frango dos peixes" pela sua versatilidade, cresceu 12,5%^{1,3}.

No Brasil, a produção de pescado cresceu em 2019, atingindo 4,9% da produção mundial, cerca de 758.006 toneladas de pescados. O país reforça a quarta posição de maior produtor de tilápia do mundo, representando 57% da produção nacional³.

A região Centro-Oeste é a quinta maior produtora de peixes no Brasil com 14,55%. O estado de Goiás é o nono maior produtor de peixes do país com 3,89%. Goiás é rico em fontes de água; no entanto, nos últimos anos têm sofrido com severas crises hídricas que levam a urgente necessidade de trabalhar com sistemas e tecnologias que possibilitam a produção de organismos aquáticos com baixo uso de água, reduzindo o impacto e mantendo a qualidade dos corpos de águas naturais,^{3,4,5}.

Na aquicultura, a água é considerada o principal insumo e, por isso, requer uma série de cuidados para manter seus parâmetros dentro das condições adequadas para a produção, bem como para sua liberação ao ambiente. O uso da água para criação de organismos aquáticos requer cuidados, principalmente quando realizada de forma intensiva, uma vez que ocorre o enriquecimento do efluente com diversos nutrientes,

como nitrogênio e fósforo, colocando em risco a qualidade e futuro aproveitamento da água para outros fins⁶.

A expansão da aquicultura foi generalizada em todos os continentes, especialmente nos países asiáticos. Com toda essa expansão, levantou-se questionamentos quanto aos riscos ambientais relacionados aos sistemas intensivos⁷.

Isso sugere a necessidade de difundir tecnologias voltadas ao uso eficiente da água na produção de peixes e outros organismos aquáticos. Por isso, é importante desenvolver pesquisas para viabilizar o uso de sistemas de reuso de água, como recirculação, bioflocos, viveiros com baixa renovação de água associado ao uso de aeradores e biorremediadores, e os sistemas aquapônicos, certificando os pré-requisitos de sustentabilidade ambiental⁸.

1.1 Aquaponia

A aquaponia consiste no cultivo integrado de peixes e vegetais em sistema fechado, onde a água rica em nutrientes possibilita a produção de hortaliças e outras plantas^{8,9}. Basicamente, a aquaponia une a aquicultura, que trata do cultivo de organismos aquáticos², e a hidroponia, que é a produção de vegetais em ambiente aquático enriquecido com nutrientes¹⁰.

Os sistemas aquapônicos têm uma ampla variedade de estruturas utilizadas tanto para a produção de peixes e também para hortaliças. Uma das vantagens é a produção em locais com pouca quantidade de água, e na maioria das vezes o abastecimento é feito por gravidade^{8,9}.

Viveiros ou tanques de alvenaria com renovação de água, sendo que a renovação de água pode ser constante ou intermitente, fazendo com que o sistema de produção suporte uma densidade de estocagem maior, o oposto de um sistema estático⁹.

Essa possibilidade de renovação de água dentro do sistema de produção permite uma diluição e, conseqüentemente, uma diminuição das concentrações de resíduos dos peixes, com isso menor eutrofização da água do tanque⁹.

Esse sistema preconiza a reutilização da água, evitando seu desperdício e diminuindo drasticamente, ou até eliminando, a liberação de efluentes no meio ambiente^{11,12}. O volume de água utilizado é muito baixo comparado aos sistemas tradicionais de aquicultura¹³, o que torna esse sistema promissor.

Há diversos sistemas aquapônicos no mercado, tais como: mesa de cultivo (*media-filled bed* ou *gravel bed*), Raft ou flutuante (*float* ou *jangada*) e o NFT (*Nutrient Film Technique*)^{14,15}.

1.2 Sistemas Aquapônicos

1.2.1 Mesa de cultivo

No sistema aquapônico, ocorre um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais. A nitrificação promovida por bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* ssp. e *Nitrobacter* ssp., são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2) e este em nitrato (NO_3), convertendo assim, substâncias tóxicas geradas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas²².



Figura 1. Sistema Aquapônico Mesa da Cultivo. Fonte: Própria.

Como o nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade e o nitrato é a forma preferida de absorção, a compreensão e o manejo adequado das colônias de bactérias são de fundamental importância neste sistema de produção. O surgimento dessas bactérias se dá de forma natural num ambiente chamado de filtro biológico^{22,24}.

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, em razão de sua participação na formação de proteínas, podendo atuar como fator limitante da produção primária desses ecossistemas e, em determinadas condições, tornar-se tóxico para os organismos aquáticos²⁶.

1.2.2 NFT (*Nutrient Film Technique*) ou Fluxo Laminar de Nutrientes

O sistema NFT é uma das técnicas que mais utilizadas para produção de hortaliças de aquaponia mundialmente falando. Neste sistema, as raízes ficam instaladas em canaletas onde se encontram parcialmente imersas na água, que possui os nutrientes advindos dos peixes, necessários para o desenvolvimento das plantas²².

Suas maiores vantagens desse sistema são: seu fácil manuseio para manutenção, transplântio, colheita ou análise das plantas, já que se trata de um sistema cujo as canaletas são apoiadas em uma bancada na altura da cintura. O sistema é composto por várias canaletas de PVC, utilizadas em paralelo e com um leve desnível de 8 a 12%, o que permite a passagem de água por gravidade^{19,22}.



Figura 2. Sistema Aquapônico NFT (*Nutrient Film Technique*) Fonte: Própria

No sistema NFT, a água proveniente dos módulos de filtragem é bombeada para tanques mais elevados e, em geral, segue por gravidade para as canaletas de PVC, formando uma fina lâmina d'água que irriga as raízes das hortaliças. As bancadas de

hidroponia podem ser construídas com pilares de concreto e armação de alumínio para suporte das calhas de PVC. Em geral, as canaletas possuem aproximadamente 6 metros de comprimento, 10 cm de largura e 7 cm de espessura e com aberturas de 5 cm de diâmetro a cada 30 cm para inserção das mudas de hortaliças, podendo variar de acordo com a espécie, fase e manejo utilizado – 20 a 25 cm para alface e 15 cm para rúcula^{23,24}, e Geisenhoff et al. (2016)²⁵ utilizaram espaçamento de 20 cm para alface.

1.2.1 RAFT DFT (*Deep Flow Technique*)

O sistema de DFT, (jangada, flutuante, floating ou DWC “*Deep Water Culture*”, DFT “*Deep Flow Technique*”) é uma das melhores opção para o sistema aquapônico devido ao baixo custo quando se pensa em média ou grande escala. Esse ambiente é caracterizado por conter grande volume de água, o que lhe confere maior estabilidade aos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH e oxigênio dissolvido.

Os tanques para sistema de RAFT possui canais longos (dezenas de metros) estreitos (0,5 m – 1,5 m) e rasos (0,2 m – 0,4 m), e é utilizado normalmente na produção de hortaliças folhosas (alface, rúcula, ervas aromáticas). As plantas ficam fixadas sobre placas, estas podendo ser de PVC, poliestireno. Estas placas possuem orifícios predeterminados para produção de cada hortaliça de acordo com as necessidades de crescimento destas. As raízes ficam submersas o tempo todo, e nelas há u sistema de aeração mecânico para oxigenação. Esta deve ser distribuída em todo canal para manter homogênea a aeração para as plantas. Mas isto é de grande importância para as raízes, e também para bactérias nitrificantes, que precisam do oxigênio dissolvido na água para colonizar a parede e o fundo desses canais ^{16,17}.

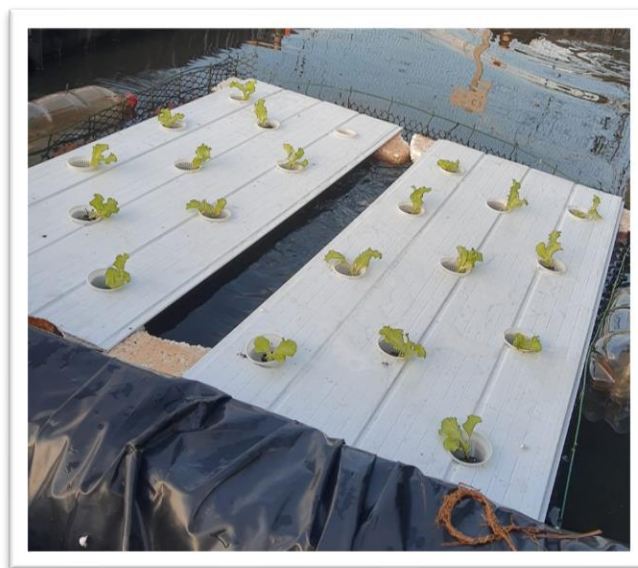


Figura 3. Sistema Aquapônico de Raft. Fonte: Própria

Em sistemas de grande escala, há grandes superfícies disponíveis para colonização das bactérias, logo, não há necessidade de instalação de filtro biológico para ocorrer a nitrificação. Por outro lado, a filtragem de sólidos da água que sai do tanque de criação dos peixes deve ser muito eficiente para evitar entrada de matéria orgânica no sistema¹⁹.

O sistema de Raft consiste na manutenção de uma espécie de hortaliça em uma placa de polietileno posicionada na superfície de um tanque de produção de peixes, onde o sistema radicular da planta se manterá em contato com água para absorção de nutrientes. Esse sistema permite que se mantenha produção vegetal e de organismos aquáticos na mesma unidade produtiva¹¹. Neste caso, é necessário proteger os sistemas radiculares das plantas com telas para evitar que os peixes a consumam.

Sua estrutura permite maior facilidade na instalação, manutenção e colheita das hortaliças. Pode-se planejar o “plantio” das mudas semanalmente, para que sua colheita seja feita na mesma frequência. O sistema aquapônico de Raft, segundo sua dinâmica, permite apenas a produção de vegetais de ciclo curto, como as diversas variedades de alface^{17,19}.

Várias espécies de peixes são utilizadas atualmente nos sistemas aquapônicos, incluindo a carpa comum (*Cyprinus carpio*)¹⁴, a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e alguns crustáceos^{15,16,17,18,19,11}. No entanto, devido suas

características zootécnicas, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais utilizada^{20,21,14}.

1.3 Tilápia

As tilápias, dentre elas a espécie *Oreochromis niloticus*, são naturais do Continente Africano. Apresenta o hábito alimentar onívoro e possui alto potencial para a aquicultura^{27,28}.

No mundo, existem muitas espécies de Tilápia, porém somente aquelas pertencentes aos gêneros *Sarotherodon sp.* e *Oreochromis sp.*, e seus híbridos são mais utilizados na piscicultura mundial. A espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) é mais difundida, sendo criada em mais de 30 países. São peixes que vivem em zona de trópico, e devem ser criadas em águas com temperatura entre 25 e 31°C, com OD acima de 2 a 3 mg/L, pH entre 6,0 a 7,0 e níveis de amônia não-ionizada inferiores a 0,08 mg/L.²⁹

É a espécie mais cultivada do mundo, pois suas fortes características se destacam das demais como o crescimento mais rápido, alta prolificidade e fácil reprodução. A Tilápia do Nilo apresenta uma grande habilidade devido aos seus rastros branquiais, que gera uma habilidade de filtragem de plânctons.³⁰

A tilapicultura desempenha um papel cada vez mais importante na economia de muitas regiões brasileiras ao longo das últimas duas décadas^{29,30}, sendo a mais produzida no Brasil e tornando o país o quarto maior produtor, no estado de Goiás, representando 55% e 51% do total, respectivamente⁴. São peixes tolerantes à altas densidades nos regimes intensivos e superintensivos de criação. No sistema intensivo de produção, os peixes são alimentados com ração balanceada entre 28% a 55% de proteína bruta, dependendo da fase de criação, e níveis de energia digestível ED entre 8,5 e 9,5 kcal ED de PB.²⁹

É reconhecidamente a espécie de peixe que melhor se adapta às diferentes condições de cultivo: é bastante tolerante a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, sobrevive em faixa bastante ampla de acidez ou de alcalinidade da água, bem como toleram altas concentrações de amônia tóxica, quando comparadas à maioria das espécies de peixes cultivados^{22,19}.

Sendo assim, é a espécie que melhor se adapta a diferentes sistemas de produção utilizados no mundo, desde tanques-rede, viveiros escavados, tanques com alta renovação de água, sistemas de recirculação, bioflocos e aquapônicos.^{29,31}

1.4 Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das mais importantes hortaliças folhosas cultivadas no mundo³². No Brasil, a produção ocorre próxima aos centros consumidores, os chamados “cinturões verdes”³³. Hortaliças, como a alface, são importantes componentes da dieta, apresentando pouca gordura e calorias, e relativamente pouca proteína, todavia, são ricas em fibras, além de fornecerem níveis significativos de micronutrientes à dieta. Além disso, elas possuem compostos funcionais, que beneficiam as funções orgânicas, além da nutrição básica, contribuindo para melhorar a saúde e o bem-estar e reduzir o risco de doenças³⁴.

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil CNA³⁵, no que se diz sobre consumo de hortaliças no Brasil, deverá ocorrer um aumento na demanda de produtos de tamanhos, sabores, cores e processamento diferenciados, pela população brasileira. Uma dieta baseada no consumo de hortaliças desde muito jovem fortalece o organismo e adia os processos que originam em doenças degenerativas, que, atualmente, manifestam-se cada vez mais cedo na população³⁶

No Brasil, o consumo de hortaliças ainda é pequeno, comparado aos países da Europa e América do Norte: a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o brasileiro não consome nem 20% do total das 400 gramas diárias de frutas e hortaliças que é recomendado. Segundo Moretti³⁷, consome-se cerca de 50 kg por habitante ao ano, enquanto nos Estados Unidos mais de 400 kg. A introdução de produtos diferenciados no mercado para estimular o consumo de hortaliças por parte da população, constitui uma opção para a alteração dos números de consumo apresentados. Nesse contexto, inserem-se as folhas jovens ou *babyleaf*.^{32,38,39}

Mas a população tem se interessado por novas formas de cultivo de folhas jovens, conhecidas como *babyleaf*, ganhando espaço na culinária gourmet. Essas foliares são assim consideradas por não estarem completamente expandidas, e por serem colhidas precocemente em relação ao tempo, o que permite maior produção por área.

Esse produto apresenta potencial decrescimento no mercado, por facilitar e proporcionar um novo aspecto visual aos pratos, tornando-os mais atrativos aos olhos e ao paladar⁴⁰.



Figura 4. Alface Babyleaf (Alface Crespa). Fonte: Própria

Segundo Calori et al.⁴¹, em determinados locais como Europa, Estados Unidos e Japão, as alfaces *babyleaf* têm seu nicho de mercado reconhecido, enquanto no Brasil tanto sua oferta como procura ainda são restritas aos mercados diferenciados, apesar de estar ganhando cada vez mais adeptos. No mercado brasileiro, as *babyleaf* podem ser encontradas em uma combinação de diversas espécies de hortaliças, com folhas de diferentes formatos, cores, texturas e sabores, e também sendo comum encontrar a comercialização individualizada. Uma das vantagens da *babyleaf* é sua facilidade, já que o produto é embalado, devidamente higienizado e pronto para consumo⁴⁰.

As folhas baby são macias e podem apresentar diferentes cores e formatos, dependendo do cultivar e da espécie de hortaliça.

Não existe a padronização oficial para o tamanho ideal da folha *babyleaf*. Alguns autores citam um tamanho de 6 a 12 cm como interessante para classificar uma hortaliça de folhas jovens.⁴² De acordo com Purquerio et al.⁴⁰, as maiores folhas não podem exceder 15 cm de comprimento, medido do início do pecíolo até o final do limbo

foliar. Porém, o tamanho exato das folhas vai depender da espécie e da forma de utilização (*in natura* ou em pratos), variando entre 5 a 15 cm de comprimento.

O mercado consumidor para as hortaliças *babyleaf* está no início no Brasil, sendo o produto mais consumido no estado de São Paulo e em grandes redes de supermercados nas capitais do país. Já nos países da Europa, nos Estados Unidos e no Japão, já está sendo consumido em larga escala.⁴³

O tipo de exposição do *babyleaf* em supermercados está iniciando de duas maneiras: na forma de plantas inteiras com sistema radicular produzidas em sistema hidropônicos tipo *Nutrient Film Technique* (NFT) e sistema de RAFT ou sistema de folhas soltas acondicionadas em embalagens plásticas prontas para consumo, podendo ter uma ou mais espécies.⁴⁰

2. Referências bibliográficas

1. Fao. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Siqueira, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, v.17m jul/dez, 2017. P.53-60.
3. (PeixeBR | Lançamento Anuário Peixe BR de Piscicultura. Peixebr.com.br. Published 2021)
4. Peixe BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário PeixeBR da Piscicultura 2018. São Paulo: PeixeBR, 2018. 138p.
5. Lima, E. C. R.; Souza, R. L.; Wambach, X. F.; Silva, U. L.; Correia, E. S. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v. 16, n.4, p.948-957, 2015.
6. Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631, pag 25.
7. United Nations. Sustainable Development Goal 14. New York: United Nations, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/6EU1ud>>. Acesso em: 05 junho. 2021.
8. Love, D. C.; Michael, S. U.; Genello, L. Energy and water use of a small-scale Raft aquaponics system in Baltimore, Maryland, United States. Aquaculture Engineering. v.68, 2015, p.19-27. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282501115_Energy_and_Water_Use_of_a_SmallScale_Raft_Aquaponics_System_in_Baltimore_Maryland_United_States. Acesso em: 24.maio. 2021.

9. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimento/editores técnicos, Ana Paula Oeda Rodrigues...[et al]. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
10. Menegaes, J. F.; Filipetto, J. E.; Rodrigues, A. M.; Santos, O. S. Produção sustentável de alimentos em cultivo hidropônico. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 14, n.3, set/dez, 2015, 102-108.
11. Carneiro, P. C. F.; Maria, A. N.; Nunes, M. U. C.; Fujimoto, R. Y. Capítulo 32 - Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: Tavares-Dias, m. & Mariano. W. S. (Org.). Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. São Carlos, Editora Pedro&João, 2015.
12. Soares, E. C.; Leôncio, G. J.; Santos, M. R.; Almeida, E. O. Peixes com salada! Aquaponia possibilita o cultivo de peixes e alfaces sem agrotóxico. Panorama da Aquicultura, v.25, n.148, p.24-29, 2015.
13. Emerenciano, M. G.; Mello, G. L.; Molinari, D.; Blum, M. N. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. Panorama da Aquicultura, v.25, n.147, jan/fev, p.24-35, 2015.
14. Connolly, K.; Trebic, T. Optimization of a backyard aquaponic food production system. McGill University, 2014.
15. Shafeena, T. Smart aquaponics system: challenges and opportunities. European Journal of Advances in Engineering and Technology. 2016. vol.03, num. 2, pag 52-55.
16. Surnar, S. R.; Sharma, O. P.; Saini, V. P. Aquaponics: innovative farming. Internacional Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2015. vol. 2, num.4, pag.261-263.

17. Carneiro, P. C. F.; Morais, C. A. R. S.; Nunes, M. U. C.; Maria, A.; N.; Fujimoto, R. Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 27p.
18. Queiroz, Julio Ferraz de Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia / Julio Ferraz Queiroz, Thiago Archangelo Freato, Alfredo José Barreto Luiz, Márcia Mayumi Ishikawa, Rosa Toyoko Shiraishi Friguetto. Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, 2017.
19. Sousa, T. P.; Sousa-Neto, E. P. S.; Silveira, L .R. S.; Santos-Filho, E. F. S.; Maracajá, P. B. Produção de alface (*Lactuna sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de fertilizantes. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v.9. n.4, p.168-172, out-dez, 2014.
20. Rakocy, J. E.; Losordo, T. M.; Masser. M. P. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics - Integrating fish and plant culture. Southern Reg. Aquaculture Center Publications No. 454. 2006.
21. Menon, R.; Sahana, G. V.; Shruthi, V. Suganya, R. Small scale aquaponic system. International Journal of Agriculture and Food Science Technology, v.04, n.10, 2013. pag.975-980.
22. (Carneiro, P. C.; Moraism C. A.; Nunes M. U.; Nizio A. N.; Fujimoto R. Y.; Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia / 23 p. II. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 189). 2015.)
23. (Boas Práticas de Manejo Para Sistemas de Aquaponia. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178041/1/2018DC01.pdf>)
24. Furlani, P. R.; Bolonhezi, D.; Silveira, L. C. P.; Faquin, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. Informe Agropecuário, v. 20, n. 200/201, p. 90-98, 1999.) (Furlani, P. R. Pythium em sistemas hidropônicos danos e perspectivas para o controle: principais sistemas

- hidropônicos em operação no Brasil. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 34, (Supl.), p. S146-147, 2008.)
25. Geisenhoff, L.O., Jordan, R.A., Santos, R.C., Oliveira, F.C. de, Gomes, E.P. Effects of different substrates in aquaponic lettuce production associated with intensive tilapia farming with water recirculation systems. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, v. 36, n. 2, p. 291-299, 2016. (<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430>).
26. Inst B, Pesca S, Paulo. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. uma revisão. 2005;31(1):81-88. Ac)
27. Anderson, J.; Jackson, A.J.; Matty, A.J. et al. Effects of dietary carbohydrates and fiber on the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, v.13, p.265-272, 1984.
28. Boscolo, W. R. ; Hayashi, C. ; Meurer, F., 2002. Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternative foods for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, 31 (2): 539-545
29. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira/ Debora Machado Fracalossi & Jose Eurico Possebon Cyrino Editores, - 1ª edição ampliada. – Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013
30. Pinho SM et al. Decoupled FLOCponics systems as an alternative approach to reduce the protein level of tilapia juveniles' diet in integrated agri-aquaculture production. *Aquaculture* 543 (2021) 736932.
31. Kubitzka, F. Tilapia: Tecnologia e planejamento na produção comercial / Fernando Kubitzka. Jundiaí 2011

32. Sousa, T. P.; Sousa-Neto, E. P. S.; Silveira, L. R. S.; Santos-Filho, E. F. S.; Maracajá, P. B. Produção de alface (*Lactuna sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de fertilizantes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v.9. n.4, p.168-172, out-dez, 2014.
33. Sala, F.C.; Costa, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.187-194, 2012.
34. Carvalho, P. G. B.; Machado, C. M. M.; Moretti, C. L.; Fonseca, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira*. 24: 397-404. 2006.
35. CNA BRASIL. Perspectivas 2017: Destaque para mais investimentos em sistemas de cultivadas hortaliças. 2016.
36. EMBRAPA. A importância nutricional das hortaliças. Março/Abril de 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/documentos/1355126/2250572/revista_ed2.pdf/74bbe524-a730-428-9ad80dclcd412 Acessado 18 de agosto de 2020.
37. Moretti CL. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43. Anais... Brasília: ABH. Horticultura Brasileira 21. Suplemento CD-ROM. 2003. Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/pal05.pdf>. Acesso em 11 junho. 2021.
38. USDA. United States Department of Agriculture. Economic Reserch Service. 2009. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/Data/FoodConsumption/spreadsheets/vegtot.xls#Total!a1> Acesso em 02 julho. 2021.

39. Navarro, RD; Navarro, FKSP; Ribeiro Filho, OP. et al. Quality of polyunsaturated fatty acids in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) fed with vitamin E supplementation. Food Chemistry, vol.134, pag.215-218, 2012.
40. Purquerio, FV, Melo, PCT. Hortaliças pequenas saborosas. Instituto Agronômico, Centro de Horticultura, Campinas-SP, USP-ESALQ, 2010.
41. Calori, AH. et al. Características pontenciais do mercado de “babyleaf” em Mococa-SP. Revista Horticultura Brasileira. 2011, julho, vol 29, num 2.
42. Clarkson GJJ; Rothwell SD; Taylor G. 2005. End of day harvest extends shelf life. HortScience 40: 1431-1435.
43. Hundley, G.C. et al. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjeriço (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.3, p.51-55, 2013.

CAPÍTULO II – DENSIDADES DE ESTOCAGEM PARA TILÁPIA DO NILO EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de comparar o desempenho produtivo, avaliação econômica rendimentos e composição corporal e química do filé, bioquímica sanguínea da tilápia do Nilo, desempenho produtivo das alfaces e composição bromatológica, além da interação dos parâmetros de qualidade de água entre alface, peixe e água. O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura na Escola de Veterinária e Zootecnia - EVZ, da Universidade Federal de Goiás – UFG, no período de dezembro de 2020 a março de 2021 (80 dias). Foram utilizados 648 peixes, dividido em dois períodos de 40 dias cada (período I: 234 peixes e período II: 234 peixes), distribuídos aleatoriamente em 12 tanques de alvenarias com 6 m², em duas densidades (3 peixes por m² e 6 peixes por m²). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em quatro tratamentos com 3 repetições cada, sendo que T1: 3 peixes por m² juntamente com a produção de alface, T2: 6 peixes por m² com produção de alface, T3: 3 peixes por m² sem alface, T4: 6 peixes por m² sem alface com 3 repetições cada, totalizando 12 unidades experimentais, e o mesmo experimento foi repetido no tempo, com intuito de avaliar melhor densidade e a interação de hortaliças dentro do mesmo sistema. Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32% de PB na frequência de três vezes ao dia. Foram analisadas as variáveis de desempenho produtivo (taxa de sobrevivência, peso médio, biomassa, ganho de peso individual, consumo aparente de ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica e taxa de crescimento específico), avaliação econômica (custo operacional parcial, receita bruta, receita líquida parcial, incidência de custos), rendimentos corporais (proporção de cabeça, rendimento de carcaça, proporção de vísceras e rendimento de filé), composição química do filé (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral), análise bromatológica da alface (matéria seca, proteína bruta, matéria mineral) índices biométricos (índice hepatossomático e índice de gordura viscerossomático), hemato-imunológicos (hemácias, hemoglobina, hematócrito, VCM, HCM, CHCM, trombócitos, leucócitos, heterófilos, eosinófilos, linfócitos e monócitos). Os dados foram submetidos a análise estatística fatorial duplo. Observou-se que as unidades experimentais que na densidade de 6 peixes por metro quadrado com a presença da alface proporcionou melhores resultados, dados zootécnicos, hemato-imunológicos e também melhor viabilidade econômica.

Palavra-chave: Aquaponia, alface *baby leaf*, avaliação econômica, análise bromatológica alface, bioquímica sanguínea, composição química do filé, *Oreochromis niloticus*

CHAPTER II STORAGE DENSITIES FOR NILE TILAPIA IN RAFT AQUAPONIC SYSTEM

ABSTRACT

This work was developed with the aim of comparing the productive performance, economic evaluation, yields and body and chemical composition of the fillet, blood biochemistry of Nile tilapia, productive performance of lettuces and chemical composition, in addition to the interaction of water quality parameters between lettuce, fish and water. The experiment was conducted in the Aquaculture Sector at the Veterinary and Zootechnics School - EVZ, from the Federal University of Goiás - UFG, from December 2020 to March 2021 (80 days). A total of 648 fish were used, divided into two periods of 40 days each (period I: 234 fish and period II: 234 fish), randomly distributed in 12 masonry tanks with 6 m², in two densities (3 fish per m² and 6 fish per m²). The experimental design was completely randomized in four treatments with 3 replications each, where T1: 3 fish per m² together with lettuce production, T2: 6 fish per m² with lettuce production, T3: 3 fish per m² without lettuce, T4 : 6 fish per m² without lettuce with 3 repetitions each, totaling 12 experimental units, and the same experiment was repeated in time, in order to better evaluate density and the interaction of vegetables within the same system. The fish were fed with commercial feed containing 32% CP at a frequency of three times a day. The variables of productive performance were analyzed (survival rate, average weight, biomass, individual weight gain, apparent feed consumption, apparent feed conversion, protein efficiency rate and specific growth rate), economic evaluation (partial operating cost, gross, partial net revenue, incidence of costs), body yields (head proportion, carcass yield, viscera proportion and fillet yield), fillet chemical composition (dry matter, crude protein, ethereal extract, mineral matter), analysis bromatology of lettuce (dry matter, crude protein, mineral matter) biometric indices (hepatosomatic index and viscerosomatic fat index), hemato-immunological (red blood cells, hemoglobin, hematocrit, MCV, HCM, CHCM, thrombocytes, leukocytes, heterophils, eosinophils, lymphocytes and monocytes). Data were submitted to double factor statistical analysis. It was observed that the experimental units that in the density of 6 fish per square meter with the presence of lettuce provided better results, zootechnical, hemato-immunological data and also better economic viability.

Keywords: Aquaponics, baby leaf lettuce, economic evaluation, lettuce chemical analysis, blood biochemistry, fillet chemical composition, *Oreochromis niloticus*

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura tem uma ampla variedade de técnicas de produção de espécies, estas podendo ser criadas sob diferentes condições e localidades geográficas. O sistema e o nível de intensidade com que as técnicas de cultivo perturbam o ambiente são diretamente proporcionais à extensão da exploração dos recursos e desenvolvimento do meio, e suas consequências dependerão da localização, tipo de cultivo e o modo de cultivo. Pode-se analisar que nem todas as técnicas de cultivo têm consequências negativas para o meio ambiente, uma vez que muitas delas são altamente benéficas quando o manejo ambiental é efetivo e socioeconomicamente sustentável.^{1,2}

Com o crescimento da população mundial, cada vez necessita de maior produção alimentar e de maneira mais sustentável. Então temos a procura por soluções que aliviem a pressão sobre meio ambiente e que diversifica a produção rural dentro da propriedade, além da produção de alimentos mais saudáveis. Na agricultura, tanto urbana quanto rural, a aquaponia surge como alternativa, pois possibilita a produção de proteína animal de melhor qualidade oriunda da aquicultura num sistema de reaproveitamento e baixo consumo de água, e os seus resíduos combinados a produção de hortaliças em sistema de hidroponia.³

A aquaponia se torna uma estratégia eficaz para auxiliar a combater a miséria, melhorar a segurança alimentar e nutricional.

Os benefícios do sistema aquapônico são múltiplos, tais como: saúde, nutrição, combate à pobreza, saneamento, valorização da cultura local, especialmente a educação ambiental, que pode contribuir bastante para o desenvolvimento sustentável.

A otimização de espaço e recursos naturais levam ao desenvolvimento de sistemas integrados tanto de produção vegetal quanto animal. A integração entre hidroponia com a aquicultura pode apresentar uma solução mais eficaz com o uso racional da água, evitando o despejo do fluente da aquicultura em corpos de água, fornecendo um fertilizante natural para o cultivo das hortaliças.⁴

A aquaponia tem potencial para estimular a agricultura familiar tanto no meio rural tanto no perímetro urbano, pois pode-se produzir em espaço reduzido como cinturões verdes, quintais, e varandas de casas populares, sítios e chácaras.⁵

O sistema em si é um sistema fechado aonde existe uma independência entre o resíduo dos peixes na água e o vegetal em cada um dos dispositivos. O modelo de

aquaponia é formado basicamente por três dispositivos: um seria o tanque de peixe, ambiente de cultivo de peixes; o outro seria o lugar de fixação das bactérias nitrificantes; e por fim o local de cultivo das hortaliças.⁶

Um dos peixes que mais se adapta a aquaponia é a tilápia devido à sua rusticidade, boa conversão alimentar, tolerância à altas densidades de estocagem, pacote tecnológico de cultivo e melhoramento genético difundido por todo o mundo, além de ter um bom preço comercial e ser um dos peixes mais estudados neste sistema.^{5,6}

Dediu et. Al⁷ e Moya et. Al⁸ obtiveram melhores resultados de crescimento da tilápia e melhor qualidade da alface em sistema aquapônico quando comparado a hidroponia, devido à maior absorção do nitrato, resultante da nitrificação bacteriana.

A alface pertence família Asteraceae. É uma planta anual de porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça. A planta possui um sistema radicular pivotante de ramificações finas e curtas, podendo atingir até 60 centímetros de profundidade, explorando efetivamente de 15 a 20 cm do perfil do solo.^{9,10,11}

Para a safra de verão 2019/20, estimativas iniciais indicam aumento de 12% na área das regiões acompanhadas pelo Hortifruti/Cepea. Teve uma boa rentabilidade da temporada de verão (2018/19), tendendo a investir mais na atividade. Para o inverno 2020, a aposta é de manutenção na área em relação à safra 2019, uma vez que os resultados no inverno costumam ser mais limitados e a demanda por folhosas, mais retraída. Contudo, esse cenário vai depender do comportamento da safra de verão 2019/20 e das condições climáticas até o momento do plantio.¹²

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar variáveis de desempenho produtivo, avaliação econômica, rendimentos corporais, composição química do filé, análise bromatológica da alface, índices biométricos, hemato-imunológicos, densidade de estocagem de tilápia e a interação tilapia e alface dentro do sistema de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás, Protocolo N° 006/19 (ANEXO I).

3.1 Local e animais

O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura – DZO/EVZ/UFG, Goiânia – GO, com duração de 80 dias divididos em dois tempos de 40 dias de produção de tilápia do Nilo e quatro ciclos de 20 dias de alface baby. Foram utilizados 162 juvenis de tilápia do Nilo (356 gramas) e 264 mudas de alface (1,1 gramas) a cada ciclo de produção 22 mudas/tanque em cada ciclo, totalizando 324 peixes e 528 mudas da hortaliça, distribuídos aleatoriamente em 12 tanques de alvenaria adaptados ao sistema aquapônico de Raft.



Figura 5: Unidades Experimentais Fonte: Própria.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento que foi utilizado será o de blocos ao acaso, onde o bloco será o tempo (dois ciclos de produção), com quatro tratamentos em esquema fatorial duplo 2 x 2 com duas densidades e presença ou ausência de alface (T1: 3 tilápia/m² com alface; T2: 6 tilápias/m² com alface; T3: 3 tilápias/m² sem alface; e T4: 6 tilápias/m² sem alface) (Quadro 1) e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais.

Quadro 1. Distribuição dos quatro tratamentos, densidade de estocagem, presença do cultivo da alface, número de repetições por tratamento, tempo repetição, total de repetições e total de unidades experimentais.

Trat.	Densidade (peixe/m ²)	Alface	Repetições	Tempo	Repetições Totais
T1	3	Sim	3	2	6
T2	6	Sim	3	2	6
T3	3	Não	3	2	6
T4	6	Não	3	2	6
Total de Unidades Experimentais					24

3.3 Instalações experimentais

O sistema aquapônico de Raft adaptado foi instalado em seis tanques de alvenaria com área de 6 m². Para implantação do sistema, foram instaladas duas placas de PVC de 0,4 m² em seis tanques.

A cada duas placas de poliestireno, havia 22 perfurações para posicionamento das mudas de alface, de modo que somente o sistema radicular delas tivesse contato com a água dos tanques, de onde retirarão nutrientes para sua manutenção e crescimento.

Como estratégia para proteção do sistema radicular das mudas de alface, foram instaladas uma tela na parte inferior das placas para evitar o acesso dos peixes às raízes da hortaliça.

3.4 Alimentação

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia com ração comercial extrusada contendo 32% PB de 6 a 8 mm, enquanto que as plantas foram nutridas pelos resíduos

oriundos da excreção dos peixes e o resíduo da ração que estava presente na água do sistema.

3.5 Biometrias

As biometrias foram realizadas no início do experimento e a cada 20 dias até o final deste. Os peixes foram capturados aleatoriamente com um auxílio de uma rede de arrasto (seis animais de cada unidade experimental) e pesados com balança eletrônica (precisão de 0,2 g).

3.6 Análises experimentais

Para o presente projeto foram realizadas análises limnológicas, avaliação do desempenho produtivo da tilápia do Nilo e da alface, rendimentos corporais da tilápia do Nilo, parâmetros hemato-imunológicos, composição química da alface e do filé de tilápia do Nilo e avaliação econômica.

3.6.1 Qualidade da água

As análises de água dos tanques foram realizadas no Setor de Aquicultura – DZO/EVZ/UFG, Goiânia – GO. Diariamente, foi monitorado a temperatura da água com termômetro de bulbo de mercúrio às 8h e 17h.

Semanalmente, foram monitorados: pH (peagâmetro digital, às 16h), amônia total, nitrito e nitrato (reagentes padronizados comerciais, e a leitura feita com fotocolorímetro digital, às 16h) e oxigênio dissolvido (oxímetro digital, 8h).

Quinzenalmente, foi mensurada a alcalinidade da água com uso de reagentes padronizados comerciais, às 8h.

3.6.2 Desempenho produtivo da tilápia do Nilo e da Alface

Os peixes e a ração fornecida foram pesados no início do experimento e a cada 20 dias até o final para a realização dos cálculos das seguintes variáveis de desempenho: Taxa de sobrevivência – TS (%) = $(n^\circ \text{ final peixes} \div n^\circ \text{ inicial peixes}) \times 100$; Peso médio – PM (g) = peso individual médio; Ganho de peso diário = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) \div n^\circ \text{ de dias}$; Biomassa (kg) = peso médio \times número de peixes por unidade experimental; Consumo aparente de ração - CAR (kg) = peso total da ração consumida por período; Conversão alimentar aparente - CAA = consumo aparente de ração \div ganho

de peso; Taxa de crescimento específico em peso - TCEp (% ao dia) = $[(\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) \div \text{período}] \times 100$.

Aos 20 dias após o transplântio das mudas de alface para o sistema, realizou-se a colheita, contagem, pesagem da alface e da planta sem raiz.

3.6.3 Parâmetros hemato-imunológicos

Os exames hemato-imunológicos foram realizados aos 40 dias de experimento de cada período, quando dois peixes serão capturados aleatoriamente de unidade experimental para coleta de amostras de sangue.

A coleta de sangue dos animais foi realizada através da punção da artéria caudal, utilizando agulhas de 0,80 x 25 mm, e seringa estéril heparinizada, a fim de impedir a coagulação sanguínea, que nos peixes ocorre muito rápido. Em seguida, o sangue foi transferido para um tubo tipo Vacutainer® de tampa roxa (com EDTA). Os parâmetros hematológicos como contagem de eritrócitos, concentração de hemoglobina, contagem de leucócitos, valores de hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular médio (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e os parâmetros imunológicos como linfócitos, monócitos, leucócitos, lisozima e globulinas séricas foram determinados de acordo com os métodos descritos por Ranzani-Paiva et al.⁴². Estas análises foram realizadas no Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG.

3.6.4 Rendimentos corporais

Ao final do período experimental, dois peixes de cada unidade experimental (representando a média da parcela), foram insensibilizados em gelo com água clorada, em seguida pesados e sacrificados por demedulação. A filetagem foi realizada por um único operador, com auxílio de um alicate para retirada da pele, e de uma faca para o corte do filé. Foram avaliados os seguintes dados: Peso da cabeça (g); Peso das vísceras (g); Peso da carcaça (sem cabeça, nadadeiras, vísceras e escamas) (g); Peso do filé (g); Proporção de cabeça (%) = $(\text{peso da cabeça} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$; Proporção de vísceras (%) = $(\text{peso das vísceras} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$; Rendimento de carcaça (%) = $(\text{peso carcaça} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$; Rendimento de filé (%) = $(\text{peso do filé} \div \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$; Peso das vísceras (g); Peso do fígado (g); Peso da

gordura visceral (g); Índice Hepatosomático (%) = (peso do fígado ÷ peso do peixe) x 100; Índice Gordura Viscerosomática (%)=(peso gordura ÷ peso do peixe)x100.

3.6.5 Composição bromatológica da alface e química do filé de tilápia

Para as análises da composição química do filé de tilápia do Nilo e da bromatológica da alface, serão utilizadas duas amostras de peixe e 22 amostras de vegetal, fazendo um “pool” de cada unidade experimental. As análises serão realizadas em duplicata.

O teor de umidade presente nas amostras foi determinado por secagem em estufa a 105°C; o teor de cinzas das amostras foi determinado por meio de incineração em forno mufla na temperatura de 600°C; ambas as análises seguirão o método gravimétrico da AOAC¹³. A análise de proteína bruta das amostras do filé de tilápia e alface foi realizada pelo método de Kjeldahl de determinação de nitrogênio total¹⁴, sendo calculada em função dos teores de nitrogênio total multiplicado pelo fator de 6,25. Os lipídios totais do filé da tilápia foram extraídos e quantificados conforme metodologia de Blight & Dyer¹⁵.

3.6.6 Avaliação econômica

Para a viabilidade econômica foi seguida a metodologia proposta por Silva et al.¹⁶, onde o custo operacional parcial (COP) é definido pelo valor gasto com ração, aquisição de juvenis, e de mudas de alface, enquanto que a receita bruta atribuída à venda dos peixes vivos (*in natura*) e das alfaces (*in natura*) no local da produção.

3.7 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância, fatorial duplo e as médias comparadas pelo teste Scott Knott (5%).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade da água

O monitoramento dos parâmetros de qualidade da água é essencial e contribui significativamente para o bom desenvolvimento, sobrevivência e, logo, o sucesso da cadeia de produção piscícola: afinal, trata-se do meio em que se desenvolvem os organismos aquáticos.^{17,18}

Todos os parâmetros analisados de qualidade da água avaliados no presente trabalho mantiveram-se dentro dos limites considerados adequados e dentro dos parâmetros para a produção de peixes.^{17,18,19}

Na aquicultura e hidroponia existe faixa de conforto térmico adequado tanto para os peixes quanto para hortaliças. A temperatura adequada pode variar de acordo com a espécie de peixes, com possibilidades de estimular ou inibir o apetite, favorecer o aparecimento de doenças e conseqüentemente influenciar o desempenho produtivo dos animais. Por outro lado, na hidroponia, apesar da temperatura afetar o desempenho das hortaliças, a faixa de conforto térmico delas oscila menos de modo que proporciona maior estabilidade. A temperatura adequada para criação de Tilápia-do-nylo, e não apresentou diferença significativa ($p>0,05$)^{17,18,19,20}.

Na Tabela 1 temperatura da água aos 20 e 40 dias, o oxigênio dissolvido aos 20 dias e transparência aos 20 e 40 dias na densidade 3 peixes por m² e 6 peixes por m² não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), mas unidades experimentais com alface e sem alface e com densidades diferentes.

Na Tabela 1 o oxigênio dissolvido aos 40 dias variou ($p<0,05$) para todos os fatores avaliados. A concentração de oxigênio dissolvido na ausência da alface foi superior que nas unidades produtivas que possuíam a hortaliça ($p<0,05$). Isso é explicado pela necessidade que a alface tem pelo suprimento de oxigênio em seu sistema radicular²¹. E a densidade de estocagem, como esperado, foi superior no tratamento com 3 peixes por m² em relação ao com 6 peixes por m² ($p<0,05$), quanto maior a biomassa de peixes na unidade produtiva, maior será o consumo de oxigênio e, portanto, menor será sua concentração local^{18,19,20}.

De maneira geral, na Tabela 1 a transparências da água aos 20 e 40 dias foram superiores na presença da alface (54,28 e 65,57cm, respectivamente) em relação

a ausência da hortaliça (50,25 e 46,20 cm, respectivamente) ($p < 0,05$). Esse efeito é devido a competição por nutrientes presente na água entre a alface com fitoplâncton.^{17,20}

Tabela 1. Média da temperatura (Temp), oxigênio dissolvido (OD), transparência da água (Transp) experimento relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Temp. (°C) 20 dias	Temp. (°C) 40 dias	OD (mg/L) 20 dias	OD (mg/L) 40 dias	Transp. (cm) 20 dias	Transp. (cm) 40 dias
S/Alface	26,02	25,60	5,63	4,82 A	50,25 B	46,20 B
C/Alface	25,97	25,64	5,21	3,53 B	54,28 A	65,57 A
3 px m ²	25,98	25,59	5,64	4,64 A	52,31	58,21
6 px m ²	26,00	25,65	5,19	3,89 B	52,23	53,56

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 2, temperatura da água aos 20 e 40 dias, o oxigênio dissolvido aos 20 dias e transparência aos 20 e 40 dias na densidade 3 peixes por m² com e sem alface não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$),^{17,18,19}.

Na Tabela 2, o oxigênio dissolvido aos 40 dias variou ($p < 0,05$) para densidade 3 peixes por m² e 6 peixes por m² com ausência da alface. A concentração de oxigênio dissolvido na ausência da alface foi superior que nas unidades produtivas que possuíam a hortaliça ($p < 0,05$). Isso é explicado pela necessidade que a alface tem pelo suprimento de oxigênio em seu sistema radicular, mesmo resultado observado na Tabela 1,²¹. E a densidade de estocagem, como esperado, foi superior no tratamento com 3 peixes por m² em relação ao com 6 peixes por m² ($p < 0,05$), quanto maior a biomassa de peixes na unidade produtiva, maior será o consumo de oxigênio e, portanto, menor será sua concentração local^{18,19,20}.

Na Tabela 2 a transparências da água aos 20 e 40 dias variou nas unidades experimentais com 6 peixes por m² ($p < 0,05$), nos tanques com ausência de alface foram inferiores (49,64 e 36,08 cm, respectivamente) em relação aos tanques com a hortaliça (54,81 e 71,04 cm, respectivamente) ($p < 0,05$). Esse efeito é devido a competição por nutrientes presente na água entre a alface com fitoplâncton.^{17,20}

Tabela 2. Média da temperatura (Temp), oxigênio dissolvido (OD), transparência da água (Transp) experimento comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Temp. (°C) 20 dias	Temp. (°C) 40 dias	OD (mg/L) 20 dias	OD (mg/L) 40 dias	Transp. (cm) 20 dias	Transp. (cm) 40 dias
S/Alface 3 px m ²	26,03	25,54	5,82	5,15 A	50,87	56,31
C/Alface 3 px m ²	25,93	25,63	5,47	3,78 B	53,75	60,11
S/Alface 6 px m ²	26,00	25,66	5,43	4,50 A	49,64 B	36,08 B
C/Alface 6 px m ²	26,01	25,65	4,95	3,28 B	54,81 A	71,04 A

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Todos os parâmetros se mantiveram em níveis adequados em todo experimento de acordo com Boyd¹⁹.

Na Tabela 3 potencial hidrogeniônico (Ph) aos 20 e 40 dias e alcalinidade aos 20 e 40 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), mas unidades experimentais com alface e sem alface e com densidades diferentes 3 peixes por m² em relação ao com 6 peixes por m² ^{17,18,19}.

Tabela 3. Média da potencial hidrogeniônico (Ph), alcalinidade (Alc), experimento relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Ph 20 dias	Ph 40 dias	Alc. 20 dias	Alc. 40 dias
S/Alface	7,06	7,24	30	36,25
C/Alface	6,98	7,11	30	36,67
3 px m ²	7,05	7,22	30	36,25
6 px m ²	6,99	7,13	30	36,67

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 4 potencial hidrogeniônico (Ph) aos 20 e 40 dias nas linhas 3 peixes m² e alcalinidade aos 20 e 40 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), mas unidades experimentais com alface e sem alface e com densidades diferentes 3 peixes por m² em relação ao com 6 peixes por m².

O potencial hidrogeniônico (Ph) aos 20 dias na Tabela 4, apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), sendo que as unidades experimentais com alface tiveram valores menores de Ph, mas os níveis se mantiveram adequados de acordo com Boyd¹⁹.

Tabela 4. Média da potencial hidrogeniônico (Ph), alcalinidade (Alc), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Ph 20 dias	Ph 40 dias	Alc. 20 dias	Alc. 40 dias
S/Alface 3 px m ²	7,07	7,27	30	35,83
C/Alface 3 px m ²	7,04	7,17	30	36,67
S/Alface 6 px m ²	7,05 A	7,20	30	36,67
C/Alface 6 px m ²	6,93 B	7,05	30	36,67

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

O Nitrogênio é um dos parâmetros mais importantes para crescimento das alfaves e dos mais nocivos em grande quantidade para os peixes. Como o nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade e o nitrato é a forma preferida de absorção, a compreensão e o manejo e do substrato para proliferação das colônias de bactérias tem importância dentro sistema aquapônico. O surgimento dessas bactérias dentro do sistema se dá de forma natural num ambiente chamado de filtro biológico ou mídias biológicas.^{20,22}

Os peixes que estão em sistemas de cultivo normalmente recebem alimento com altos níveis proteicos. Parte dessa proteína fica retida no corpo do peixe e o excesso é excretado na forma de amônia, que é a principal forma de excreção nitrogenada dos peixes.²³ Desse modo, nos sistemas de cultivo, a amônia total é monitorada e a amônia não-ionizada é calculada com base nos valores de temperatura e pH da água.^{18,19,24}

Dentro do sistema aquapônico, os peixes se alimentam da ração e produzem excretas que vão ser convertidas em nutrientes na água que, posteriormente, serão utilizadas pelas plantas. Na aquaponia, há um ciclo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais.²²

Nas hortaliças, principalmente as folhosas, o nitrogênio desempenha papel fundamental no crescimento e no rendimento dos produtos colhidos. Assim, um

adequado suprimento de nitrogênio está associado à alta atividade fotossintética e ao crescimento vegetativo vigoroso.²⁵

A amônia em ambiente aquático é oxidada a nitrito por bactérias do gênero *Nitrosomonas* e, posteriormente esse nitrito é oxidado em nitrato, composta mais fácil de ser assimilado pelo sistema radicular das hortaliças, por bactérias do gênero *Nitrobacter*.^{18,23,24}

Na Tabela 5 amônia aos 20 dias nas densidades diferentes 3 peixes por m² em relação ao com 6 peixes por m², amônia tóxica aos 20 e 40 dias, amônia aos 40 dias na presença e ausência de alface, nitrito 20 e 40 dias e nitrato 20 e 40 dias não apresentaram diferença significativa (p>0,05), mas unidades experimentais com alface e sem alface e com densidades diferentes.

Amônia aos 20 dias na Tabela 5 variou (p<0,05), a concentração de amônia total foi maior nas unidades experimentais com ausência de alface respectivamente (0,6015 e 0,4513 mg/L), isso dá devido a presença da alface que absorve a amônia presente no sistema. Amônia aos 40 dias na Tabela 5 variou (p<0,05), a concentração da amônia total foi maior na densidade de 6 peixes por m² respectivamente (0,8516 e 0,5614 mg/L). Isso é justificado pela maior biomassa (19,445 quilogramas) e conseqüentemente, maior consumo de ração (5,26 quilogramas). Ao considerar o mesmo tipo de alimento, neste caso a mesma ração foi ofertada para todos os peixes do experimento, quanto maior a ingestão, maior será a excreção de amônia e, portanto, poderá acarretar maior concentração desse parâmetro no sistema.^{18,23,24}

Tabela 5. Média compostos nitrogenados amônia, amônia toxica, nitrito, nitrato, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Amônia (mg/L) 20 dias	Amônia Tóx. (mg/L) 20 dias	Amônia (mg/L) 40 dias	Amônia Tóx. (mg/L) 40 dias	Nitrito (mg/L) 20 dias	Nitrito (mg/L) 40 dias	Nitrato (mg/L) 20 dias	Nitrato (mg/L) 40 dias
S/Alface	0,6015 A	0,0046	0,6251	0,0079	0,0331	0,1217	0,5163	0,5052
C/Alface	0,4513 B	0,0020	0,7880	0,0067	0,0399	0,1230	0,6260	0,3384
3 px m ²	0,4530	0,0027	0,5614 B	0,0065	0,0390	0,1074	0,5267	0,5280
6 px m ²	0,5998	0,004	0,8516 A	0,0081	0,0340	0,1372	0,6156	0,3155

Quando houver diferença significativa (p<0,05) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 6, amônia aos 20 dias na densidade de 3 peixes por m² com ausência e presença da alface, amônia tóxica aos 20 dias na densidade de 3 peixes por m² com ausência e presença da alface, amônia aos 40 dias, amônia tóxica aos 40 dias nitrito 20 e 40 dias e nitrato 20 e 40 dias não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), mas unidades experimentais com alface e sem alface e com densidades diferentes.

A amônia total aos 20 dias e amônia tóxica aos 20 dias variou ($p<0,05$), a concentração de amônia total foi maior nas unidades experimentais com ausência de alface respectivamente (0,7722 e 0,4274 mg/L), isso dá devido a presença da alface que absorve a amônia presente no sistema, e amônia tóxica aos 20 dias devido os maiores valores de amônia total nas unidades experimentais com ausência de alface, consequentemente vai ter um valor maior de amônia tóxica respectivamente (0,0060 e 0,0020 mg/L).

Tabela 6. Média compostos nitrogenados amônia, amônia toxica, nitrito, nitrato, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Amônia (mg/L) 20 dias	Amônia Tóx. (mg/L) 20 dias	Amônia (mg/L) 40 dias	Amônia Tóx. (mg/L) 40 dias	Nitrito (mg/L) 20 dias	Nitrito (mg/L) 40 dias	Nitrato (mg/L) 20 dias	Nitrato (mg/L) 40 dias
S/Alface 3 px m ²	0,4308	0,0033	0,4633	0,0068	0,0312	0,1229	0,4484	0,6979
C/Alface 3 px m ²	0,4753	0,0020	0,6596	0,0063	0,0468	0,0920	0,6051	0,3582
S/Alface 6 px m ²	0,7722 A	0,0060 A	0,7869	0,0091	0,0350	0,1205	0,5843	0,3125
C/Alface 6 px m ²	0,4274 B	0,0020 B	0,9163	0,0071	0,0330	0,1539	0,6470	0,3186

Quando houver diferença significativa ($p<0,05$) letras diferentes entre as colunas.

4.2 Desempenho produtivo da tilápia do Nilo

Na Tabela 7, biomassa aos 20 e 40 dias nas unidades experimentais com ausência e presença de alface não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Tabela 7. Médias dos pesos dos peixes, biomassa dos peixes e ganho de biomassa, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 .

Níveis	Peso (g) 20 dias	Peso (g) 40 dias	Biomassa (kg) 20 dias	Biomassa (kg) 40 dias	Ganho Biomassa (kg) 20 dias	Ganho Biomassa (kg) 40 dias
S/Alface	519 A	587 A	14,45	15,65	4,49 A	1,97 A
C/ Alface	484 B	546 B	13,83	16,29	3,68 B	1,34 B
3 px m^2	523 A	593 A	10,97 B	12,50 B	3,23 B	1,32 B
6 px m^2	481 B	540 B	17,32 A	19,45 A	4,93 A	1,98 A

Quando houver diferença significativa ($p<0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Os pesos médios aos 20 e 40 dias Tabela 7 variou ($p<0,05$), as unidades experimentais com ausência da alface obtiveram maiores valores respectivamente (519 e 587 gramas) e com presença da alface (484 e 546 gramas) com presença de alface, esse efeito demonstrou que os peixes desenvolve melhor sem a alface na unidade experimental porque as placas contendo as hortaliças reduziram o espaço disponível de lâmina de água para a ração flutuar, não permitir a adequada visualização e consumo pelos peixes, conseqüentemente o ganho de biomassa aos 20 e 40 variou ($p<0,05$), com ausência da alface obtiveram maiores valores respectivamente (4,49 e 3,68 quilogramas) e com presença da alface (3,68 e 1,34 quilogramas).

Observando entre as densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 na Tabela 7, os pesos médios de 20 e 40 dias variou ($p<0,05$), as unidades experimentais com densidade de 3 peixe por m^2 obtiveram maiores valores respectivamente (523 e 593 gramas) e com densidade de 6 peixes por m^2 (481 e 540 gramas), os baixos valores do peso médio nas densidades de estocagem elevadas podem ser justificados pela redução da disponibilidade individual de espaço e de maior competição por alimentos e presença elevada de metabólitos tóxicos como amônia²⁶. Conforme verificado na Tabela 6, que evidencia maior valor de amônia total aos 40 dias para a densidade de 6 peixes por m^2

($p < 0,05$). Consequentemente devido ao maior número de peixes na densidade de 6 peixes por m^2 , as variáveis de biomassa 20 e 40 dias e ganho de biomassa aos 20 e 40 dias vai ter valores mais elevados.

Na Tabela 8, peso médio 20 dias na densidade de 6 peixes por m^2 , peso médio aos 40 dias na densidade de 3 peixes por m^2 , biomassa aos 20 dias, biomassa aos 40 dias na densidade de 6 peixes por m^2 e ganho de biomassa aos 20 e 40 dias na densidade de 3 peixes por m^2 , não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Tabela 8. Médias dos pesos dos peixes, biomassa dos peixes e ganho de biomassa, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 .

Níveis	Peso (g) 20 dias	Peso (g) 40 dias	Biomassa (kg) 20 dias	Biomassa (kg) 40 dias	Ganho Biomassa (kg) 20 dias	Ganho Biomassa (kg) 40 dias
S/Alface 3 px m^2	542 A	610	9,77	10,98 B	3,52	1,22
C/Alface 3 px m^2	503 B	577	12,17	14,01 A	2,94	1,42
S/Alface 6 px m^2	496	564 A	17,89	20,32	5,46 A	2,72 A
C/Alface 6 px m^2	465	515 B	16,74	18,57	4,41 B	1,25 B

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

As médias de peso na Tabela 8, peso aos 20 dias pode-se observar maiores valores, mas unidades experimentais com 3 peixes por m^2 com ausência de alface variou ($p < 0,05$), respectivamente (542 e 503 gramas), a biomassa aos 40 dias nas unidades experimentais com presença de alface na densidade de 3 peixes por m^2 variou ($p < 0,05$), respectivamente (14,01 e 10,98 quilogramas), isso ocorreu devido a mortalidade de peixes em algumas unidades experimentais contrariando que o peso médio aos 40 dias com ausência de alface na densidade de 3 peixes por m^2 foi maior respectivamente (610 gramas). Na Tabela 8 peso médio aos 40 dias e ganho de biomassa aos 20 e 40 dias obteve maiores valores mas unidades experimentais com densidade de 6 peixes por m^2 com ausência da alface o efeito demonstrou que os peixes desenvolve melhor sem a

alface na unidade experimental porque as placas contendo as hortaliças reduziram o espaço disponível de lâmina de água para a ração flutuar, não permitir a adequada visualização e consumo pelos peixes, conseqüentemente o ganho de biomassa aos 20 e 40 variou e o peso médio ($p < 0,05$).

Na Tabela 9 consumo de ração aos 20 dias, consumo de ração aos 40 dias na densidade de 3 peixes por m^2 e 6 peixes por m^2 , consumo de ração total, conversão alimentar aparente aos 20 dias nas unidades experimentais com presença e ausência de alface e conversão alimentar aparente aos 40 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Consumo de ração aos 40 dias, mas unidades experimentais com ausência e presença de alface variou estatisticamente ($p < 0,05$), observa-se que o consumo de ração foi maior nas unidades experimentais com ausência de alface respectivamente (5,46 e 4,92 quilogramas) e conversão alimentar aparente aos 20 dias na densidade de 3 peixes por m^2 e 6 peixes por m^2 variou estatisticamente ($p < 0,05$), observa que os peixes na densidade de 6 peixes por m^2 obteve menor conversão alimentar respectivamente (1,26 e 1,69 quilogramas), que um ponto positivo de melhor aproveitamento da ração em quilos de peixes.

Tabela 9. Médias de consumo de ração, consumo de ração total, conversão alimentar, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 .

Níveis	Consumo Ração (kg) 20 dias	Consumo Ração (kg) 40 dias	Consumo Ração (kg) Total	Conversão Alimentar (kg) 20 dias	Conversão Alimentar (kg) 40 dias
S/ Alface	5,65	5,46 A	11,11	1,45	1,84
C/ Alface	5,50	4,92 B	10,43	1,51	1,60
3 px m^2	5,57	5,13	10,83	1,69 A	1,78
6 px m^2	5,58	5,26	10,71	1,26 B	1,66

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 10 consumo de ração aos 20 dias, consumo de ração aos 40 dias na densidade de 3 peixes por m^2 , consumo de ração total, conversão alimentar aparente aos 20 dias e conversão alimentar aparente aos 40 dias na densidade de 6 peixes por m^2 , não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Tabela 10. Médias de consumo de ração, consumo de ração total, conversão alimentar, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Consumo Ração (kg) 20 dias	Consumo Ração (kg) 40 dias	Consumo Ração (kg) Total	Conversão Alimentar (kg) 20 dias	Conversão Alimentar (kg) 40 dias
S/Alface 3px m ²	5,50	5,14	10,65	1,67	1,98 A
C/Alface 3px m ²	5,65	5,12	10,65	1,72	1,58 B
S/Alface 6px m ²	5,81	5,79 A	11,57	1,22	1,69
C/Alface 6px m ²	5,36	4,73 B	10,09	1,30	1,62

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Taxa e crescimento específico na Tabela 11, todos os níveis variaram estatisticamente ($p < 0,05$), taxa de crescimento específico aos 20 e 40 dias as unidades experimentais com ausência de alface obtiveram valores mais elevados respectivamente aos 20 dias (1,95 e 1,71 de taxa de crescimento específico) respectivamente aos 40 dias (1,27 e 1,11 de taxa de crescimento específico). Na Tabela 11 taxa de crescimento específico aos 20 e 40 dias as unidades experimentais com menor densidade de 3 peixes por m² obtiveram maiores valores taxa de crescimento específico elevados respectivamente aos 20 dias (2,06 e 1,59 de taxa de crescimento específico) respectivamente aos 40 dias (1,32 e 1,06 de taxa de crescimento específico).

Tabela 11. Médias de Taxa de Crescimento Especifico, relacionados com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Taxa Crescimento Especifico 20 dias	Taxa Crescimento Especifico 40 dias
S/Alface	1,95 A	1,27 A
C/Alface	1,71 B	1,11 B
3 px m ²	2,06 A	1,32 A
6 px m ²	1,59 B	1,06 B

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 12 taxa de crescimento específico aos 20 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

A taxa de crescimento específico aos 40 dias na Tabela 12 variaram estatisticamente ($p < 0,05$), as unidades experimentais com ausência de alface obtiveram valores mais elevados 3 peixes por m^2 respectivamente a (1,39 e 1,25 de taxa de crescimento específico) 6 peixes por m^2 respectivamente (1,15 e 0,97 de taxa de crescimento específico), efeito demonstrou que os peixes desenvolve melhor sem a alface na unidade experimental porque as placas contendo as hortaliças reduziram o espaço disponível de lâmina de água para a ração flutuar, não permitir a adequada visualização e consumo pelos peixes.

Tabela 12. Médias de Taxa de Crescimento Específico, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 .

Níveis	Taxa Crescimento Específico 20 dias	Taxa Crescimento Específico 40 dias
S/Alface 3 px m^2	2,18	1,39 A
C/Alface 3 px m^2	1,94	1,25 B
S/Alface 6 px m^2	1,72	1,15 A
C/Alface 6 px m^2	1,46	0,97 B

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 13, as variáveis observadas peso das alfaces aos 20 dias, peso das folhas aos 20 dias, peso de raiz aos 20 dias e peso das folhas aos 40 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

Observa-se na Tabela 13 peso da alface aos 40 dias na densidade de 3 peixes por m^2 alcançou peso maiores respectivamente (8,65 e 5,10 gramas), e o peso da raiz aos 40 dias de 3 peixes por m^2 alcançou peso maiores respectivamente (1,38 e 0,94 gramas), variaram estatisticamente ($p < 0,05$).

Tabela 13. Médias dos pesos das alfaces 20 e 40 dias, peso das folhas aos 20 e 40 dias, peso da raiz aos 20 e 40 dias, densidades de 3 peixes m^2 e 6 peixes m^2 .

Níveis	Peso (g) Alface 20 dias	Peso (g) Folhas 20 dias	Peso (g) Raiz 20 dias	Peso (g) Alface 40 dias	Peso (g) Folhas 40 dias	Peso (g) Raiz 40 dias
3 px m^2	6,75	4,35	1,88	8,65 A	5,16	1,38 A
6 px m^2	6,82	4,37	2,08	5,10 B	4,16	0,94 B

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

4.3 Parâmetros hemato-imunológicos

Na Tabela 14, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), nos parâmetros hematológicos.

Tabela 14. Médias para os parâmetros hematológico aos 40 dias, Hemácias, Hemoglobina, Hematócrito, Volume Corpuscular Médio VCM, Hemoglobina Corpuscular Média HCM e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média CHCM, relacionados, relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m^2 e 6 peixes por m^2 .

Níveis	Hemácias	Hemoglobina	Hematócrito	VCM	HCM	CHCM
Sem Alface	2,65	6,88	37,29	141,61	26,94	18,92
Com alface	2,58	6,93	35,63	139,56	28,33	20,15
3 px m^2	2,6	6,63	35,5	138,87	26,86	19,15
6 px m^2	2,64	7,18	37,42	142,3	28,41	19,92

Quando houver diferença significativa ($p<0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 15, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), nos parâmetros hemato-imunológicos.

Tabela 15 Médias para os parâmetros hemato-imunológicos aos 40 dias, Trombócitos Leucócitos Heterofilos Eosinófilos Linfócitos Monócitos relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m^2 e 6 peixes por m^2 .

Níveis	Trombócitos	Leucócitos	Heterofilos	Eosinófilos	Linfócitos	Monócitos
Sem Alface	66.333,33	9.416,67	1.906,46	72,71	6.342,92	1.094,58
Com alface	60.500,00	9.020,83	2.032,08	15,63	5.902,50	1.070,63
3 px m^2	63.416,67	7.770,83	1.539,58	22,5	5.311,25	897,5
6 px m^2	63.416,67	1.066,67	2.398,96	65,83	6.934,17	1.267,71

Quando houver diferença significativa ($p<0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 16, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), nos parâmetros hemato-imunológicos.

Tabela 16 Médias para os parâmetros hemato-imunológicos aos 40 dias, Heterofilos/Linfócitos, Leucócitos/Trombócitos relacionados, presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes por m² e 6 peixes por m².

Níveis	Heterofilos / Linfócitos	Leucócitos / Trombócitos
Sem Alface	0,3458	0,1603
Com alface	0,3404	0,1514
3 px m ²	0,382	0,1765
6 px m ²	0,3038	0,1353

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

4.4 Rendimentos corporais

Observou-se diferença significativa, entre as unidades experimentais, apenas para a variável peixe inteiro variaram estatisticamente ($p < 0,05$), devido a densidade de peixe de 3 peixes por m²

Tabela 17. Médias peixe inteiro, porcentagem vísceras, porcentagem cabeça, porcentagem de rendimento de filé, porcentagem do Índice Hepato-somático (IHS) porcentagem Índice de Gordura Visceral (IGV), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Px. Inteiro (g)	% Visc	% Cabeça	% Filé	IHS	IGV
S/Alface	611	7,52	18,26	33,82	1,49	3,67
C/Alface	578	7,32	18,80	33,72	1,52	3,73
3 px m ²	634 A	7,44	18,26	34,00	1,44	3,77
6 px m ²	555 B	7,40	18,80	33,55	1,57	3,63

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Na Tabela 18, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), nas variáveis observadas.

Tabela 18. Médias peixe inteiro, porcentagem vísceras, porcentagem cabeça, porcentagem de rendimento de filé, porcentagem do Índice Hepato-somático (IHS) porcentagem Índice de Gordura Visceral (IGV), comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Px. Inteiro (g)	% Visc	% Cabeça	% Filé	IHS	IGV
S/Alface 3 px m ²	655	7,46	18,04	33,77	1,50	3,75
C/Alface 3 px m ²	613	7,43	18,48	34,23	1,38	3,79
S/Alface 6 px m ²	567	7,59	18,74	33,88	1,48	3,67
C/Alface 6 px m ²	543	7,21	19,12	33,22	1,65	3,58

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

4.5 Composição química da alface e do filé de tilápia

Na Tabela 19, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), nos parâmetros, físicos químicos das alfaces.

Tabela 19. Médias de composição química e física da alface matéria seca da alface aos 20 e 40 dias, proteína na matéria seca da alface aos 20 e 40 dias, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	% MS Alface 20 dias	% Proteína MS 20 dias	% MS Alface 40 dias	% Proteína MS 40 dias
3 px m ²	87,91	18,48	84,65	18,50
6 px m ²	86,89	18,68	84,4	18,87

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas.

Observa-se na Tabela 20 médias de composição química e física do filé de peixe, variaram estatisticamente ($p < 0,05$), extrato etéreo do filé aonde que as unidades experimentais com a presença da alface respectivamente obtiveram valores maiores (12,03 e 10,22 %).

Tabela 20. Médias de composição química e física do filé de peixe, matéria seca do filé, proteína na matéria seca do filé e extrato etéreo na matéria seca do filé, comparando com presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	Filé MS%	Filé Proteína MS %	Filé EE MS %
S/Alface	94,48	25,36	10,22 B
C/Alface	94,36	25,26	12,03 A
3 px m ²	94,69	25,17	10,87
6 px m ²	94,16	25,45	11,39

Quando houver diferença significativa (p<0,05) letras diferentes entre as colunas

4.6 Avaliação econômica

A densidade de estocagem de 6 tilápias/m² (R\$ 126,80) obteve maior custo operacional parcial (COP) em relação à de 3 tilápias/m² (R\$ 78,). Isso ocorreu porque a maior densidade acarreta em maiores despesas com a aquisição de alevinos e consumo de ração, portanto, é um efeito esperado.

A receita bruta (RB) dos peixes obteve valores maiores na presença da alface (R\$195,45) em relação a sua ausência (R\$187,83).

A densidade de estocagem de 6 peixe por m² apresentou maior RB (R\$233,34) em relação à de 3 peixes por m² (R\$149,96) (p<0,05). A maior densidade de estocagem, com taxas de sobrevivência similares, significa maior número de peixes e biomassa a ser despescada no futuro, o que justifica a maior receita bruta em 6 peixes por m².

A receita líquida parcial (RLP) apresentou diferença significativa para os fatores avaliados, alface, densidade de estocagem. Os tratamentos com alface apresentaram maior RLP em relação aos com ausência da hortaliça (p<0,05). Foi verificado também, maior RLP na densidade de estocagem de 6 tilápias/m² (p<0,05).

Tabela 21. Médias de valores da Avaliação Econômica Tilapia Custo Operacional Parcial (COP Px), Receita Bruta (RB Px), Receita Líquida Parcial (RLP Px), IC Custo Operacional Parcial Total (COP Total), Receita Bruta Parcial Total (RBP Total), Receita Líquida Parcial Total (RLP Total) relacionados, a presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	COP Px	RB Px	RLP Px	IC Px	COP Total	RBT Total	RLP Total
--------	--------	-------	--------	-------	-----------	-----------	-----------

S/Alface	103,96	187,83	84,52	6,76	103,96	187,83 B	84,52 B
C/Alface	101,70	195,47	93,94	6,36	107,42	263,96 A	156,50 A
3 px m ²	78,85 B	149,96 B	70,00	6,62	81,71 B	188,28 B	104,77 B
6 px m ²	126,80 A	233,34 A	108,45	6,50	129,67 A	263,51 A	136,25 A

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas

A incidência de custos indica, dentre as despesas elencadas (peixes, ração e mudas de alface), qual o tratamento teria menor custo de produção o em relação a biomassa produzida. Nesse sentido, os tratamentos sem alface, apresentaram maior incidência de custos que os com a hortaliça, mesmo sem a despesa com a aquisição das mudas.

Na Tabela 22 ($p < 0,05$), em comparação entre as unidades experimentais com 3 peixes por m² e com a presença da alface teve os maiores valores de RB (168,11) RLP PX (88,94), COP Total (85,21) RBT Total (244,75) e RLP Total (160,07).

Tabela 22. Médias de valores da Avaliação Econômica Tilapia Custo Operacional Parcial (COP Px), Receita Bruta (RB Px), Receita Líquida Parcial (RLP Px), IC Custo Operacional Parcial Total (COP Total), Receita Bruta Parcial Total (RBP Total), Receita Líquida Parcial Total (RLP Total) relacionados, a presença e ausência de alface, densidades de 3 peixes m² e 6 peixes m².

Níveis	COP Px	RB Px	RLP Px	IC Px	COP Total	RBT Total	RLP Total
S/Alface							
3 px m ²	78,21	131,81 B	51,06 B	7,21	78,21 B	131,81 B	49,48 B
C/Alface							
3 px m ²	79,49	168,11 A	88,94 A	6,02	85,21 A	244,75 A	160,07 A
S/Alface							
6 px m ²	129,71	243,85	117,96	6,30	129,71	243,85 B	119,55
C/Alface							
6 px m ²	123,9	222,83	98,93	6,68	129,61	283,17 A	152,93

Quando houver diferença significativa ($p < 0,05$) letras diferentes entre as colunas

O COP total não diferiu significativamente para o fator alface, porém, foi superior na densidade de 6 tilápias/m² e no primeiro período ($p < 0,05$). Isso é considerado natural, uma vez que com maior densidade de estocagem, maiores serão as despesas com aquisição de alevinos e consumo de ração.

A RB total não apresentou diferença significativa entre os períodos avaliados, por outro lado, foi superior no tratamento sem alface e na densidade de estocagem de 6 tilápias/m² ($p < 0,05$). A incidência de custos total (IC Total) foi superior na presença da alface, na maior densidade de estocagem e no segundo período avaliado ($p < 0,05$)

A receita bruta (RB) não diferiu significativamente entre as densidades de estocagem, porém foi superior no segundo período em relação ao primeiro ($p < 0,05$). A receita líquida parcial da alface (RLP) foi superior na densidade de 3 peixes/m² e no segundo período ($p < 0,05$).

Quanto a incidência de custos, os maiores valores foram verificados na densidade de estocagem de 6 tilápias/m² e no primeiro período avaliado ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

Dentre os tratamentos avaliados no experimento, o tratamento que proporcionou maior desempenho produtivo e viabilidade econômica na produção de peixes e hortaliças foi com a presença da alface e na densidade de estocagem de 6 peixes por m² em sistema aquapônico de RAFT adaptado a tanque de produção.

6. REFERÊNCIAS

1. Lewis, WM., Yopp, JH., Schramm JR HL. et al. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. Transactions of American Fisheries Society, vol.107, num.1, pag.92-99. 1978.
2. Chopin, T., Sawhney, M. Seaweeds and their mariculture. In: Steele, JH.; Turekian, KK.; Thrope, SA. Encyclopedia of ocean science. 2nd ed. Oxford: Elsevier, 2009.
3. Hundley, G.C. et al. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjeriço (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.3, p.51-55, 2013.
4. Mariscal-Lagarda, M.M., F. Paez-Osuna, J.L. EsquerMendez, I. Guerrero-Monroy, A. Romo del Vivar & R. Felix-Gastelum. 2012. Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: Management and production. Aquaculture, 366-367: 76-84.
5. Pinto, H. S. Você sabe o que é Aquaponia? Entenda como essa atividade pode auxiliar as estratégias de segurança alimentar e nutricional atuais. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, agosto/2015 (Boletim Legislativo nº 32, de 2015). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 14 de agosto de 2015.

6. Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome, FAO. pag.262. 2014.
7. Dediu, L.; Cristea, V.; Xiaoshuan, Z. 2012 Waste production and valorization in an integrated aquaponic system with bester and lettuce. African Journal of Biotechnology, 11(9): 2349-2358.
8. Moya. EAE., Sahagún, CAA., Carillo, JMM., Alpuche, PJA., Álvarezgonzález, CA., Martínez-Yáñez, R., Herbaceous plants as part of biological filter for aquaponics system. Aquaculture Research, 47(6), pag. 1716-1726. 2014
9. Camargo LS. As hortaliças e seu cultivo 1984. 2ª ed rev. aumentada. Campinas: Fundação Cargill. p.210.
10. Marouelli, WA.; Silva, HR.; Silva, WLC. Manejo da irrigação em hortaliças. Brasília: EMBRAPA/CNPH. pag. 12. 1986. (Circular técnica, 2).
11. Goto, R; Tivelli, S. W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: Condições Subtropicais. São Paulo: Fundação Editora da UNESP. Pag. 319. 1998.
12. Anuário 2019 2020 Hortifruti Brasil. Num 186, pag 36. Brasil. 2020 acessado em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2019-2020-retrospectiva-2019-perspectivas-2020-dos-hf-s.aspx>. Jan 2021
13. AOAC. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. 20.ed. Rockville: AOAC International, 2016. 3100p.
14. Costa, DAS.; Leal, WGO.. Análise de nitrogênio total em amostras de tecido vegetal pelos métodos de Dumas e Kjeldahl. 5º Seminário Jovens Talentos. Disponível em: . Acesso em: 25 jan. 2021.

15. Blight, E. G.; Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem.* 1959; 31: 911-17.
16. Silva, F. C.; Ramo, A. P. F. A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, vol. 40, num. 4, pag. 577-588, 2014.
17. Sipaúba-Tavares, L.H. *Limnologia aplicada à aquíicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1995.
18. Kubitza, F. *Tilapia: Tecnologia e planejamento na produção comercial* / Fernando Kubitza. Jundiaí. 2011
19. Boyd, C.E. (1979). *Water quality in warm water fish ponds*. Craftmaster Auburn, Alabama, USA, Printers Inc.
20. *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimento/editores técnicos*, Ana Paula Oeda Rodrigues...[et al]. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
21. Hundley, G.C. et al. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjericão (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, vol.3, pag.51-55. 2013.
22. Queiroz, Julio Ferraz de Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia / Julio Ferraz Queiroz, Thiago Archangelo Freato, Alfredo José Barreto Luiz, Márcia Mayumi Ishikawa, Rosa Toyoko Shrirraishi Friguetto. Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, 2017.
23. Baldisserotto, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. 2.ed. Santa Maria: Ed. UFSM, pag. 352. 2009.

24. Kubitza, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí: F. Kubitza, pag. 229. 2003.
25. Figueiredo, M.B Estudos sobre aplicação do método de Castellani para conservação de fungos em plantas. O Biológico, Campinas, Vol. 33, Num.1, 1967.
26. Nagata et al. Influência da Densidade de Estocagem no Desempenho Produtivo do Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) Bol. Inst. Pesca, São Paulo. Vol. 36, Num 9, pág 16, 2010.
27. Piaia, R., Baldisserotto, B., Densidade de Estocagem e Crescimento de Alevinos de Jundiá *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). Ciência Rural, Santa Maria, vol. 30, num. 3, pag. 509-513, 2000.
28. Ranzani-Paiva, MJT., Ishikawa, CM., Eiras, AC., Silveira, VR. Effects of an experimental challenge with *Mycobacterium marinum* on the blood parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). Brazilian Archives of Biology and Technology, vol. 47, num. 6, pag. 945–953, 2004.
29. Ranzani-Paiva, MMJ., Pádua, SB., Tavares-Dias, M., Egami, MI. Métodos para análise hematológica em peixes. Maringá: Editora UEM, pag.135. 2013.
30. Silva, SE., Lima, JTAX., Blanco, BS. Hematologia em peixes: Revisão Bibliográfica. Revista Centauro, Conselho Regional de Medicina Veterinária Revista Centauro v.3, n.1, p.24-32, 2012 do Estado do Rio Grande do Norte, vol. 3, ed. 1, pag. 24-32, 2012. Disponível em:<crmvrn.gov.br/documents>. Acesso em: 28 jun. 2021.
31. Cyrino, JEP., Portz, L., Martino, RC. Retenção de Proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus Salmoides*. Scientia Agricola, vol. 57, num. 4, pag. 609-616. 2000.

32. Souza, VL., Urbinati, EC., Gonçalves, DC., Silva, PC. Composição Corporal e índices biométricos do pacu (*Piaractus Mesopotamicus* Holmberb,1887) submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. Revista Brasileira de Zootecnia: Viçosa, vol. 32, num. 1, pag. 19-28. 2003

CAPÍTULO III – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas aquapônicos são alternativas versáteis e viáveis para produção de alimentos de origem animal e vegetal em ambientes rurais e urbanos. Existem diversos sistemas aquapônicos utilizados, dentre eles os mais conhecidos são mesa de cultivo e o NFT (Nutrients Film Technique). Porém, o raft de maneira adaptado, com a manutenção da hortaliça na superfície dos tanques com os peixes, pode tornar as aquiculturas mais rentáveis pelo melhor aproveitamento de espaços.

Os resultados aqui verificados demonstraram que os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro dos valores considerados adequados para a tilápia-do-nilo e a alface, com variações que são explicados e também explicam os dados de desempenho produtivo.

Os parâmetros hemato-imunológicos não diferiram significativamente e se mantiveram dentro dos valores considerados normais para a tilápia do Nilo, o que evidencia que independente da densidade de estocagem e a presença ou ausência da alface, os peixes se mantiveram saudáveis.

Os rendimentos corporais e a composição química tanto da tilápia do Nilo, quanto da alface verificados foram satisfatórios, o que demonstra que o sistema de cultivo adaptado não afetou tais parâmetros que são importantes para o mercado consumidor.

Nas variáveis de desempenho produtivo foi possível notar crescimento satisfatórios e boas conversões alimentares, o que resultou em maior viabilidade econômica para o tratamento com presença de alface e na densidade de estocagem de 6 tilápias/m².

Porém, faz-se necessário a condução de mais pesquisas para avaliar os efeitos de maiores densidades de estocagens, maiores densidades de alface, outras espécies tanto de organismos aquáticos como de hortaliças.

ANEXOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA



Goiânia, 08 de março de 2021.

PARECER CONSUBSTANCIADO REFERENTE AO PEDIDO DE EMENDA DO PROTOCOLO Nº. 006/19

I. IDENTIFICAÇÃO:

1. **Título do projeto:** TILÁPIA DO NILO MANTIDA EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM E INTEGRADA AO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT
2. **Pesquisador Responsável:** Fernanda Gomes de Paula
3. **Unidade/Órgão do pesquisador:** EVZ
4. **Pesquisadores Participantes:** Rogério de Araújo Almeida (Agronomia), Anderson Moraes Pires (DZO-EVZ).
5. **Unidade onde será realizado:** EVZ
6. **Data de apresentação do protocolo a CEUA:** 18/08/2019
7. **Data da apresentação do Pedido de Emenda:** 04/03/2021
8. **Solicitações:**
 - ✓ Prorrogação de prazo até 31/01/2023.
 - ✓ Acrescentar etapa com proposta de ajustes na metodologia para proporcionar maior precisão nos resultados e adequação ao mercado – necessidade de 162 juvenis de tilápia para essa etapa.

II - Parecer da CEUA:

Informamos que a *Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA* da Universidade Federal de Goiás, após análise das adequações solicitadas, **APROVOU** o pedido de emenda da proposta acima referida, e a mesma foi considerada em acordo com os princípios éticos vigentes.

Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar à CEUA-PRPI-UFV o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Lei nº. 11.794 de 08/10/2008, e Resolução Normativa nº. 01, de 09/07/2010 do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal-CONCEA. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para conclusão em 31/01/2023.

III - Data da reunião: 08/03/2021.

Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação/PRPI-UFV, Alameda Flamboyant, Qd. K, Edifício K2, 1º andar, Prédio da Agência de Inovação, Parque Tecnológico, sala da CEUA, Campus Samambaia – Goiânia-GO, Fone: (55-62) 3521-1876.

Email: ceua.ufg@gmail.com



C E R T I F I C A D O

Certificamos que a proposta intitulada “TILÁPIA DO NILO MANTIDA EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM E INTEGRADA AO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA AQUAPÔNICO DE RAFT”, registrada com o protocolo nº 006/2019, sob a responsabilidade de **Fernanda Gomes de Paula (EVZ)** que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), em reunião de 08/03/2019.

- Finalidade: () Ensino (x) Pesquisa Científica
- Vigência da autorização (início e fim): 18/03/2019 a 31/01/2023.
- Espécie/linhagem/raça: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem supreme.
- Nº de animais autorizados: 1002 sendo 840 aprovados inicialmente mais 162 em pedido de emenda.
- Peso/Idade: 30 g, 45 dias.
- Sexo: machos
- Origem (fornecedor): Piscicultura Aquabel, unidade Turvânia -GO

Dra. Liliansa Borges de Menezes Leite
Coordenadora da CEUA/PRPI/UFG