

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 08/01/2027.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP - CAUNESP**

**Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho
produtivo, sistema imune e antioxidante e
sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis
niloticus*) a desafio bacteriano**

Douglas de Souza Graciano

Zootecnista

**Jaboticabal – SP
2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP - CAUNESP**

**Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho
produtivo, sistema imune e antioxidante e
sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis
niloticus*) a desafio bacteriano**

Douglas de Souza Graciano

Orientador: Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Aquicultura do Centro de
Aquicultura da UNESP -
CAUNESP, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre.

**Jaboticabal – SP
2024**

G731e

Graciano, Douglas de Souza

Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho produtivo, sistema imune e antioxidante e sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a desafio bacteriano / Douglas de Souza Graciano. -- Jaboticabal, 2025

57 f. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal

Orientador: Leonardo Susumu Takahashi

1. Tilápia-do-Nilo. 2. Imunidade. 3. Essências e óleos essenciais. 4. Ácidos orgânicos. 5. Aquicultura. I. Título.


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho produtivo, sistema imune e antioxidante e sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a desafio bacteriano


AUTOR: DOUGLAS DE SOUZA GRACIANO

ORIENTADOR: LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências, área de Aquicultura, pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI**
Data: 14/01/2025 09:47:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Assoc. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI (Participação Presencial)
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - FCAT
- UNESP, Dracena/SP

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO GIANINI ABIMORAD**
Data: 13/01/2025 15:20:31-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Pesquisador Dr. EDUARDO GIANINI ABIMORAD (Participação Virtual)
Instituto de Pesca-Centro do Pescado Continental / São José do Rio Preto/SP

Documento assinado digitalmente
 **ELISABETH CRISCUOLO URBINATI**
Data: 11/01/2025 16:02:11-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI (Participação Virtual)
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal/SP

Jaboticabal, 08 de janeiro de 2025

*“VOCÊ É PLENAMENTE
CAPAZ DE CRIAR A VIDA QUE
VOCÊ SONHA.”*

"Aos meus pais, Sebastião Graciano e Inês de Souza Reis, que, sob o sol incansável da jornada, proporcionaram a sombra segura que me trouxe até aqui. Com gratidão e amor, dedico-lhes esta conquista."

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, Sebastião Graciano e Inês de Souza Reis. Vocês sempre dedicaram todos os esforços para que eu e meus irmãos pudéssemos seguir sempre o caminho do bem. Sou imensamente grato por tudo que vocês fizeram até aqui. Hoje, posso afirmar com orgulho que na família Graciano haverá um mestre.

Aos meus irmãos Luis Gustavo, Rafael e Valeska, agradeço por estarem sempre ao meu lado. O tempo e a distância nunca diminuíram o amor que compartilhamos. Às minhas sobrinhas, que são o presente mais precioso que a vida poderia me dar: Sophia, Rafaela, Maria Alice, e ao Otavio que está a caminho. E não posso esquecer das minhas cunhadas Alexsandra e Juliane. Agradeço por tudo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi, agradeço por todo o conhecimento, experiência e confiança depositados em mim ao longo desses anos de orientação.

À pessoa que esteve presente em todo o processo do meu mestrado, a doutoranda, amiga de vida e chefinha do laboratório de Tilapicultura Thaise Mota Sátiro, meu sincero agradecimento por todo o conhecimento compartilhado, pelas coletas, análises, correções, momentos descontraídos no sapão e, principalmente, por sempre acreditar no meu potencial. Juntos, alcançamos até prêmios.

A toda equipe do Grupo de Estudo de Aquicultura de Dracena e Jaboticabal, especialmente às pessoas que estiveram ao meu lado para a conclusão deste trabalho: Maria Karolaine Moriman, Gabriela Carli, Affonso Gama, Ana Camila Franchini e ao técnico Luiz Fernando. Agradeço imensamente por todo o companheirismo e pelas experiências compartilhadas ao longo desses dois anos.

Agradeço ao Laboratório de Microbiologia e Parasitologia de Organismos Aquáticos pela ajuda no desafio bacteriano, ao Laboratório de Fisiologia pela assistência nas coletas e análises, ao Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos pela colaboração na confecção das dietas e ao Laboratório de Patologia de organismos aquáticos pela colobaração na confecção das laminas histológicas.

Agradeço profundamente aos meus amigos de longa data: Rafael Menezes, Natasha Candido, Beatriz Quintiliano, Tayna Gonçalves, Luiz Claudio Silva e Henry Gomes, que estiveram ao meu lado ao longo de uma década. Sem dúvida, vocês foram fundamentais para minha trajetória até aqui.

Aos meus amigos mais próximos de Dracena - Ana Laura Ester, Camila Araujo, Camila Brito, Melissa Santos, Maria Julia Teramoto, Giulio Celin e Ana Carolina Sateles

- meu sincero agradecimento por tudo!

Aos amigos que estiveram comigo no programa de pós-graduação em Aquicultura do CAUNESP - Deborah, Hugo, Janaina, Magdiel e Vinicius - quero expressar como esses dois anos foram mais alegres com a presença diária de vocês.

Agradeço à República TOCAIA, que foi meu lar durante este período. Foram muitos momentos alegres vividos ao lado de vocês.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão pelas amizades que fiz durante minha estadia em Jaboticabal. Amanda Rosolen, Mateus Grecio, Maiqui Izidoro, Amanda Sammour, Pedro Ribeiro, Jhonatan Garcia e Victoria Sampaio, vocês já são profissionais incríveis e me tornaram uma pessoa melhor. Obrigado por todos os encontros e momentos compartilhados

Gostaria de agradecer ao Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista por proporcionar toda a estrutura necessária para o desenvolvimento do meu projeto de pesquisa.

Também expresso meu agradecimento à empresa parceira SAFEEDS pela doação do produto ENTERIFIN FISH® e financiamento do projeto de pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Este trabalho é fruto de um esforço conjunto, refletindo não apenas minha dedicação, mas também as contribuições valiosas de muitas pessoas.

Finalmente, expresso minha profunda gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste objetivo em minha vida.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais	10
1.1 Tilápia do Nilo	10
1.2 Sistema Imunológico em peixes.....	10
1.3 Ácidos Orgânicos e Óleos essenciais.....	12
1.4 Streptococcus agalactiae na produção de tilápia-do-Nilo	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 REFERÊNCIAS	18
CAPITULO 2 - Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho produtivo, sistema imune e antioxidante e sobrevivência de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) a desafio bacteriano	23
RESUMO	23
CHAPTER 2 - **Effects of ENTERIFIN FISH® on productive performance, immune and antioxidant systems, and survival of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) to bacterial challenge	24
ABSTRACT.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. METODOLOGIA	26
2.1 Condições experimentais, dietas e animais.....	26
2.2 Desempenho produtivo.....	28
2.3 Coleta de muco.....	28
2.4 Coleta de sangue.....	29
2.5 Respostas imunológicas não específicas	29
2.6 Histologia.....	30

2.6	Sistemas antioxidante enzimático.....	30
2.7	Condições experimentais, dietas e animais.....	30
2.8	DL antes do desafio com <i>S. Agalactiae</i>	31
2.9	Infecção experimental com <i>S. agalactiae</i>	31
2.10	Análises estatísticas	32
3.	RESULTADOS	32
3.1	Desempenho produtivo.....	32
3.2	Imunidade não específica.....	34
3.4	Saúde Intestinais – Análises Histológicas.....	36
3.5	Sistemas antioxidante enzimático.....	39
3.6	Desafio bacteriano.....	40
4.	DISCUSSÃO.....	40
5.	CONCLUSÃO	47
6.	REFERÊNCIAS	48
7.	FIGURAS.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Formulação e composição centesimal das dietas.	27
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Desempenho produtivo de tilapias-do-Nilo suplementadas com ENTERIFIN FISH® aos 90 dias de experimento.....	33
Figura 2 Regressão polinomial do desempenho produtivo de tilapias-do-Nilo suplementadas com ENTERIFIN FISH® aos 90 dias de experimento.....	34
Figura 3 Imunidade não específica do soro de juvenis de tilapia-do-Nilo após a suplementação com ENTERIFIN FISH® por 90 dias.....	35
Figura 4 Globulinas totais no muco cutâneo de juvenis de tilapia-do-Nilo após a suplementação com ENTERIFIN FISH® por 90 dias.....	36
Figura 5 Histologia intestinal de juvenis de tilapias-do-Nilo após a suplementação com ENTERIFIN FISH® por 90 dias.....	37
Figura 6 Lâminas histológicas do intestino de tilápias-do-Nilo.....	38
Figura 7 Sistema antioxidante enzimático de juvenis de tilapia-do-Nilo após a suplementação com ENTERIFIN FISH® por 90 dias.....	39
Figura 8 Sobrevivência acumulativa em 96 horas de observação em tilapias-do-Nilo desafiadas com <i>S. Agalactiae</i>	41
Figura 9 Instalação experimental – Período experimental (90 dias).....	52
Figura 10 Instalação – Desafio Bacteriano	52
Figura 11 Inoculação via intraperitoneal com <i>S. agalactiae</i>	52
Figura 12 Animais apresentando sinais clínicos	53

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "Efeitos do uso de ENTERIFIN FISH no desempenho produtivo e sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a desafio bacteriano", protocolo n.º 7511/23, sob a responsabilidade do Prof. Dr. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 20 de setembro de 2023.

Vigência do Projeto	01/10/2023 a 01/10/2024
Espécie / Linhagem	Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)
Nº de animais	360
Peso / Idade	30 g
Sexo	Macho
Origem	Laboratório de Tilapicultura do Centro de Aquicultura da Unesp

Jaboticabal, 20 de setembro de 2023.

Profa. Dra. Paola Castro Moraes
Vice-coordenadora em exercício – CEUA FCAV

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellani, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
Tel. 15 3209-7190 - www.fcav.unesp.br

Efeitos do ENTERIFIN FISH® no desempenho produtivo, sistema imune e antioxidante e sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a desafio bacteriano

RESUMO

A produção intensiva de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) enfrenta diversos desafios, como o aumento da densidade, os estresses derivados de manejos inadequados, a variação na qualidade da água e a exposição a patógenos, o que pode prejudicar o desempenho produtivo e a saúde dos peixes. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação com ENTERIFIN FISH® (composto por formiato de cálcio, ácido sórbico, ácido fumárico, óleo essencial de cravo-da-índia, timol, vanilina, carvacrol, para-cimeno, alfa-pineno, cariofileno e eucaliptol. Além disso, contém antioxidantes como BHA e BHT, EDTA dissódico, lecitina de soja, polietilenoglicol, ricinoleato de gliceril, polioxietileno e sorbitano monooleato) nas concentrações de 0,00; 0,05; 0,10; 0,20; 0,40; 0,60% sobre o desempenho zootécnico, a imunidade, a histologia intestinal, o sistema antioxidante e a sobrevivência de juvenis de tilápias submetidos a desafios por *Streptococcus agalactiae*. Foram utilizados 360 juvenis de tilápia ($19,81 \pm 0,46$ g), alimentados com dietas isoproteicas e isoenergéticas durante 90 dias. As análises imunológicas, histológicas e antioxidantes foram realizadas antes do desafio bacteriano. Os resultados mostraram que os tratamentos com ENTERIFIN FISH® melhoraram significativamente o desempenho zootécnico. Os tratamentos T4 (0,20%) e T5 (0,40%) se destacaram com os maiores pesos finais e ganhos de peso. Além disso, os tratamentos T3 (0,10%), T4 (0,20%), T5 (0,40%) e T6 (0,60%) apresentaram uma conversão alimentar mais eficiente em comparação ao grupo controle. Na avaliação da imunidade, os peixes dos tratamentos T6 (0,60%) demonstraram a maior respiração dos leucócitos (ROS) e maior concentração de lisozima sérica, sendo superior ao grupo controle. No muco cutâneo, os grupos suplementados apresentaram um aumento progressivo nos níveis de globulinas. As análises histológicas indicaram melhorias na estrutura intestinal, com aumento significativo na largura, comprimento e perímetro das vilosidades nos tratamentos T6 (0,60%). Nos resultados do sistema antioxidante, os maiores valores de CAT, SOD e GPX foram encontrados nos tratamentos T3 (0,10%), T5 (0,40%) e T6 (0,60%). Após o desafio experimental com *Streptococcus agalactiae*, os peixes suplementados apresentaram uma sobrevivência superior ao grupo controle, com o tratamento T6 alcançando 59,1% de sobrevivência.

Palavras-chave: tilapicultura, desafio, imunidade, ácidos orgânicos e óleos essenciais.

Effects of ENTERIFIN FISH® on productive performance, immune and antioxidant systems, and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to bacterial challenge
ABSTRACT

Intensive Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production faces several challenges, such as increased density, stress due to inadequate management practices, variations in water quality, and exposure to pathogens, which can negatively impact the productive performance and health of the fish. The aim of this study was to evaluate the effects of supplementation with ENTERIFIN FISH® (composed of calcium formate, sorbic acid, fumaric acid, clove oil essential oil, thymol, vanillin, carvacrol, para-cymene, alpha-pinene, caryophyllene, and eucalyptol. Additionally, it contains antioxidants such as BHA and BHT, disodium EDTA, soy lecithin, polyethylene glycol, glycerol ricinoleate, polyethylene oxide, and sorbitan monooleate) at concentrations of 0.00; 0.05; 0.10; 0.20; 0.40; 0.60% on the zootechnical performance, immunity, intestinal histology, antioxidant system, and survival of tilapia juveniles subjected to *Streptococcus agalactiae* challenges. A total of 360 tilapia juveniles (19.81 ± 0.46 g) were fed isoproteic and isoenergetic diets for 90 days. Immunological, histological, and antioxidant analyses were performed before the bacterial challenge. The results showed that treatments with ENTERIFIN FISH® significantly improved zootechnical performance. Treatments T4 (0.20%) and T5 (0.40%) stood out with the highest final weights and weight gains. Additionally, treatments T3 (0.10%), T4 (0.20%), T5 (0.40%), and T6 (0.60%) showed a more efficient feed conversion ratio compared to the control group. In the immunity assessment, fish from treatment T6 (0.60%) showed the highest leukocyte respiratory burst (ROS) and higher serum lysozyme concentration, surpassing the control group. In the skin mucus, supplemented groups showed a progressive increase in globulin levels. Histological analyses indicated improvements in the intestinal structure, with a significant increase in villus width, length, and perimeter in treatment T6 (0.60%). In the antioxidant system results, the highest values of CAT, SOD, and GPX were found in treatments T3 (0.10%), T5 (0.40%), and T6 (0.60%). After the experimental challenge with *Streptococcus agalactiae*, the supplemented fish showed higher survival rates compared to the control group, with treatment T6 achieving 59.1% survival.

Keywords: tilapiculture, challenge, immunity, organic acids and essential oils.

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

1.1 Tilápia do Nilo

A tilápia é uma espécie nativa das águas continentais da África e apresenta características zootécnicas favoráveis a produção comercial como rápido crescimento, boa conversão alimentar e hábito alimentar onívoro que permite aproveitar e aceitar uma variedade de alimentos. De acordo com as informações da Associação Brasileira da Piscicultura (PeixeBR, 2024), a produção nacional de peixes em 2023 totalizou 887.029 toneladas. Desse montante, a tilápia contribuiu com 579.080 toneladas, registrando um aumento de 5,28% em relação ao ano anterior. Essa porcentagem representa aproximadamente 65,3% do total produzido no período, consolidando ainda mais a posição dominante da tilápia no cenário da aquicultura brasileira. Estes dados indicam uma contínua tendência de crescimento e reafirmam a relevância econômica e produtiva dessa espécie dentro do contexto nacional.

O clima favorável, a elevada produção de grãos utilizados na fabricação de rações e recursos hídricos abundantes e disponíveis, contribuíram para colocar o Brasil como o quarto maior produtor mundial de tilápias (FAO, 2023). O aumento da produção é acompanhado pela intensificação dos sistemas de produção que inevitavelmente predispõe os peixes a situações estressantes como adensamento, manejos e alterações nos parâmetros de qualidade de água, que afetam o bem-estar dos peixes e, conseqüentemente o sistema imunológico. Sendo assim, à medida que o setor se expande, são necessárias inovações mais direcionadas para alcançar um setor da aquicultura mais sustentável. Sem deixar de lado a consciência sobre a forma de como produzir, manejar, comercializar e consumir alimentos aquáticos que estejam alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU como o Objetivo 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável, ao promover uma produção de alimentos mais eficiente e acessível e ao Objetivo 12: Consumo e Produção Responsáveis, incentivando práticas que minimizem o impacto ambiental da aquicultura (FAO, 2022).

5. CONCLUSÃO

Os níveis de inclusão do ENTERIFIN FISH® e os efeitos observados demonstram que concentrações mais elevadas não apenas melhoram o desempenho das tilápias, mas também aumentam sua resistência a patógenos, como *Streptococcus agalactiae*. Esse benefício foi especialmente evidente nos níveis de inclusão de 0,20%, 0,40% e 0,60%, promovendo uma melhor imunidade, saúde intestinal e defesa antioxidante. O nível de inclusão utilizado no experimento foi de 0,444%, e os resultados reforçam o potencial desse aditivo para melhorar a saúde e o bem-estar dos peixes na aquicultura, alinhando-se aos objetivos de otimizar o desempenho e a resistência a doenças nos tratamentos com diferentes concentrações.

6.REFERÊNCIAS

AANYU, Margaret *et al.* Os efeitos de fitogênicos combinados no crescimento e fisiologia nutricional da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 519, p. 734867, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aq.2019.734867> .

ACUNHA, Rubia Mara Gomes *et al.* O uso de imunomoduladores na alimentação de peixes: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. e11312440964-e11312440964, 2023.

ADEL, Milad, *et al.* Dietary *Mentha piperita* essential oil loaded in chitosan nanoparticles mediated the growth performance and humoral immune responses in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 145, p. 109321, 2024. DOI: 10.1016/j.fsi.2023.109321. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2023.109321>.

ADDAM, Kenya *et al.* Dietary organic acids blend alone or in combination with an essential oil on the survival, growth, gut/liver structure and de hemato-immunological in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture research**, v. 50, n. 10, p. 2960-2971, 2019. <https://doi.org/10.1111/are.14250>

AMORIN, D. Interações de níveis de ácidos orgânicos e de proteína digestível das dietas no desempenho e eficiência de utilização de nutrientes para tilápia do Nilo. 2018. Dissertação (Mestrado). UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP – SP.

BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista De Nutrição**, 23(4), 629–643. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000400013>.

BILLER, JD, TAKAHASHI, LS. Estresse oxidativo e sistema imunológico de peixes: fagocitose e atividade respiratória de leucócitos. **Anais Da Academia Brasileira De Ciências** , 2018, 90 (4), 3403–3414. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170730>.

BILLER-TAKAHASHI JD, URBINATI EC. Imunologia de peixes. A modificação e manipulação de o sistema imune inato: estudos brasileiros. **An Acad Bras Ciênc.** 2014Set;86(3):1484–506. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130159>.

BILLER-TAKAHASHI, Jaqueline. Assessment of immune parameters and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Tilapia (Oreochromis niloticus)* fed propolis extract. **Fish & Shellfish Immunology**, 35(6), 1779-1786.

BWALYA, P. Streptococcus-like infections in farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) of Lake Kariba: Characterization of pathogenic species and host responses 2021. (Tese de doutorado). Universidade Norueguesa de Ciências da Vida, Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento de Ciências Paraclínicas, Adamstuen.

CALAÇA, Gracinda Mariana *et al.* Frangos desafiados experimentalmente com *Salmonella enterica* sorovar Enteritidis e *Eimeria tenella* e tratados com ácidos orgânicos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e-43084, 2019. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-43084>

CARARO, L. M. (2017). Avaliação de óleo essencial de orégano, *Origanum vulgare*, como promotor de crescimento e resistência ao ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de jundiá, *Rhamdia* sp. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da

DHAMA, K. *et al.* Growth promoters and novel feed additives improving poultry production and health, bioactive principles and beneficial applications: the trends and advances—a review. **International Journal of Pharmacology**, v. 10, n. 3, p. 129-159, 2014.

DOAN *et al.* Os efeitos do ginseng tailandês, pó de Boesenbergia rotunda na imunidade da mucosa e do soro, resistência a doenças e desempenho de crescimento de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Aquicultura**, 2019, 513, 734388. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734388>.

DOAN, Hien Van *et al.* The effects of berberine powder supplementation on growth performance, skin mucus immune response, serum immunity, and disease resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Aquaculture**, v. 520, p. 734927, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734927>.

FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>.

FAWZY, I. Magouzn *et al.* Os efeitos do óleo essencial de orégano na dieta sobre o desempenho do crescimento, a saúde intestinal, as respostas imunológicas e antioxidantes da tilápia do Nilo sob estresse térmico agudo. **Aquicultura**, vol. 548, p. 737632, outubro de 2021. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.737632.

FOGAÇA, F.; SANT'ANA, L. S. Oxidação lipídica em peixes: mecanismo de ação e prevenção. **Archives of Veterinary Science**, p. 117-127, 2009.

GENOVA, Jansler Luiz *et al.* A summary of feed additives, intestinal health and intestinal alkaline phosphatase in piglet nutrition. **Czech Journal of Animal Science**, v. 65, n. 8, p. 281-294, 2020.

GOMES DA SILVA, Vanessa *et al.* Effect of an organic acid blend in Nile tilapia growth performance, immunity, gut microbiota, and resistance to challenge against francisellosis. **Research in Veterinary Science**, v. 159, p. 214-224, 2023. ISSN 0034-5288. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.04.019>.

HOSEINIFAR *et al.* Enhanced mucosal immune responses, immune related genes and growth performance in common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles fed dietary *Pediococcus acidilactici* MA18/5M and raffinose. **Developmental & Comparative Immunology**, V 94, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.01.009>.

ITURRY-YAMAMOTO, G. R., & PORTINHO, C. P.. (2001). Sistema complemento: ativação, regulação e deficiências congênitas e adquiridas. **Revista Da Associação Médica Brasileira**, 47(1), 41–51. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302001000100029>.

JUAREZ, *et al.* Microencapsulated essential oils influence the growth and foregut histomorphometry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings, **Veterinary and Animal Science**, Volume 22, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100316>.

JUSTI, Luiz Henrique Zaniolo *et al.* Non-steroidal anti-inflammatory drugs and oxidative stress biomarkers in fish: a meta-analytic review. **Toxicology Reports**, v. 14, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2025.101910>.

LEIRA, Matheus Hernandez *et al.* As principais doenças na criação de tilápias no Brasil: revisão de literatura. **Nutritime—revista eletrônica**, v. 14, 2017. www.nutritime.com.br

LIBANORI, M. C. M. *et al.* Dietary supplementation with benzoic organic acid improves

the growth performance and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after challenge with *Streptococcus agalactiae* (Group B). **Aquaculture**, v. 545, p. 737204, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737204>.

LIU, Yanli *et al.* Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 9, p. 1414-1424, 2017. <https://doi.org/10.1111/asj.12782>

LIU, Yanli *et al.* Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 9, p. 1414-1424, 2017. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/asj.12782>

LODDI, M.M.; GONZALES, E.; TAKITA, T.S. *et al.* Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1124-1131, 2000.

MAGOUZ, Fawzy I. *et al.* Dietary menthol essential oil enhanced the growth performance, digestive enzyme activity, immune-related genes, and resistance against acute ammonia exposure in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 530, p. 735944, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735944>.

MOHADESEH *et al.* The effects of dietary raffinose on skin mucus immune parameters and protein profile, serum non-specific immune parameters and immune related genes expression in common carp (*Cyprinus carpio L.*), **Aquaculture**, Volume 520, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734525>.

MROZ, Z. *et al.* The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of animal science**, v. 78, n. 10, p. 2622-2632, 2000. <https://doi.org/10.2527/2000.78102622x>

Ng, W.-K., Koh, C. B., Sudesh, K., & Abdullah, S.-Z. (2009). Efeitos dos ácidos orgânicos na dieta sobre o crescimento, a digestibilidade dos nutrientes e a microflora intestinal da tilápia híbrida vermelha, *Oreochromis sp.*, e subsequente sobrevivência durante um teste de desafio com *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture Research**, 40(11), 1298-1306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x>

NG, Wing-Keong *et al.* Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture research**, v. 40, n. 13, p. 1490-1500, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x>

NG, W-K; *et al.* The utilization and mode of action of organic acids in the ORZUNA-ORZUNA J. F e GRANADOS-RIVERA L. Da. Growth performance, antioxidant status, intestinal morphology, and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) supplemented with essential oils: A meta-analysis. **Research in Veterinary Science**, V 176, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105353>.

PARTANEN, Kirsi; MROZ, Zenon. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding**, v. 66, n. 1, p. 22, 1996. doi:10.1079/095442299108728884

REN, Zhuling *et al.* Antioxidant capacity, non-specific immunity, histopathological analysis and immune-related genes expression in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* infected with

Aeromonas schubertii. **Aquaculture**, 529, 735642. 2020. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.735642.

SCHULTER E FILHO. EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL: DIAGNÓSTICO E DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DE TILÁPIA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea ,

SILVA, B.C *et al.* Ácidos Orgânicos: Uma nova ferramenta nutricional para a aquicultura. **Aquaculture Brasil**, p. 32–39, 2017.

SILVA, KAG. Mistura de ácidos orgânicos e óleo essencial para *Oreochromis niloticus*. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2018.

SILVA, Leicyane. (2019). Óleo essencial de *Mentha piperita* como aditivo alimentar à prevenção da estreptococose em tilápia-do-nylo (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

SILVA, Rôger Oliveira *et al.* Promotion of growth and resistance against *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia juveniles supplemented with *Citrus limon* extract. **Aquaculture**, v. 578, p. 740115, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740115>.

STAMILLA, Alessandro *et al.* Effects of microencapsulated blends of organics acids (OA) and essential oils (EO) as a feed additive for broiler chicken. a focus on growth performance, gut morphology and microbiology. **Animals**, v. 10, n. 3, p. 442, 2020.

STRAPAZZON, João Vitor. Uso de blends à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais na produção de frangos de corte. 2021. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Nutrição, Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc, Chapecó, 2021. Cap. 2.

SUTILI, Fernando Jonas *et al.* Óleos essenciais de plantas como alternativa aos fármacos convencionais na produção de peixes. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

VALLADÃO, Gustavo *et al.* Practical diets with essential oils of plants activate the complement system and alter the intestinal morphology of Nile tilapia. **Aquaculture Research**. 2017. 48(11), 5640-5649. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.13386>

VERISSIMO, Sarah Antonieta de Oliveira. Ação do ácido cítrico na redução do off-flavor e na qualidade microbiológica e físico-química de filé de Pacamã ("*Lophiosilurus alexandri*" Steindachner, 1876). 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais –Ufmg, Belo Horizonte, 2018. Cap. 1.

VIJAYARAM, Seerengaraj *et al.* Bioactive immunostimulants as health-promoting feed additives in aquaculture: **A review. Fish & Shellfish Immunology**. V 130, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.09.011>.

YUJI-SADO, R., Raulino-Domanski, F., de Freitas, P. F., & Baioco-Sales, F. (2015). Growth, immune status and intestinal morphology of Nile tilapia fed dietary prebiotics (*mannan oligosaccharides-MOS*). *Latin american journal of aquatic research*, 43(5), 944-952.

ZAMINHAN-HASSEMER, Micheli *et al.* Adding an essential oil blend to the diet of juvenile Nile tilapia improves growth and alters the gut microbiota. **Aquaculture**, v. 560, p. 738581,