



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

LUCAS SOUZA ANDRADE

**EFEITO DO ADITIVO LISOLECTINA NO DESENVOLVIMENTO DE JUVENIS
DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus***

ILHÉUS – BAHIA

2021

LUCAS SOUZA ANDRADE

**EFEITO DO ADITIVO LISOLECTINA NO DESENVOLVIMENTO DE JUVENIS
DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga.

ILHÉUS – BAHIA

2021

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me proporcionado saúde e resiliência.

Aos meus pais e minha madrasta, Jorge, Claudia e Neyde, quero registrar minha eterna gratidão e amor, pois graças ao apoio, confiança, esforço que me proporcionaram consegui chegar até aqui.

À Universidade Estadual de Santa Cruz pela acolhida e estrutura.

A todos que participaram de alguma forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho...

Ao meu Orientador Prof. Luis Gustavo Tavares Braga, pela atenção, oportunidade, confiança, conselhos, contribuição intelectual, ideias e sugestões que foram essenciais para a idealização e realização dessa pesquisa.

A todos os colegas do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AQUANUT), por toda a ajuda e cumplicidade.

Quero também agradecer muito a minha família, que mais uma vez me apoiou e acreditou em minha capacidade, evolução como pessoa, como profissional e sempre me deu o suporte para seguir em frente! Amo muito todos vocês!

Ao meu grande amigo Rafael Florêncio de Oliveira por ter me ajudado durante toda a execução do experimento, mesmo a distância e que me ajudou a seguir em frente mesmo com todas as adversidades.

A todos meus amigos que sempre me alegravam e me ajudavam mesmo nos momentos mais difíceis desse trajeto.

À nossa parceira ADISSEO que nos deu auxílio financeiro para a realização deste estudo.

À Aguavale Piscicultura S.A., por nos ter cedidos os alevinos para a realização do experimento.

À FAPESB pela concessão da bolsa.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca examinadora.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa pesquisa

EFEITO DO ADITIVO LISOLECITINA NO DESENVOLVIMENTO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*

RESUMO

A alimentação na piscicultura é um dos fatores mais decisivos para o sucesso do empreendimento. Entretanto o cultivo em altas densidades tem utilizado altos índices de lipídios na dieta, o que pode causar baixo desenvolvimento dos animais e altos níveis de gordura nos tecidos. Assim faz-se necessário pesquisas que visem melhorar a taxa de absorção e de digestibilidade dos peixes. Objetivou-se avaliar o efeito da adição do aditivo Aqualyso, na alimentação de juvenis tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. Os peixes foram submetidos a rações isoproteicas (30% de proteína bruta) e isoenergéticas (3.200 kcal.kg⁻¹ de ração) com 5 níveis de inclusão (0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 g kg⁻¹) do aditivo Aqualyso, a base de lisolecitina, durante 60 dias, onde foram distribuídos em tanques de polietileno (310 L) com densidade de 20 juvenis (2,21 ± 0,14 g) por tanque, montados em um sistema fechado de recirculação de água com aeração constante e filtro biológico. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram realizadas duas biometrias, uma no início e outra ao termino do experimento, para mensuração dos parâmetros de desempenho técnico: Ganho de peso, conversão alimentar, consumo total e diário, taxa de crescimento específico, coeficiente de retenção porteira e energética e sobrevivência. Também foi avaliada a composição química do filé dos peixes. Os parâmetros físico-químicos da água foram mensurados diariamente e os compostos nitrogenados semanalmente. Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) (p≤0,05) e quando detectado diferenças significativas entre os fatores, as somas de quadrados foram decompostas em polinômios ortogonais até o terceiro grau. A inclusão do aditivo Aqualyso nas rações resultou em resposta quadrática no ganho de peso, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico na dose de 1,09 g kg⁻¹ de Aqualyso, já para o consumo total e consumo diário de ração o índice de suplementação foi de 0,99 g kg⁻¹. Não houve diferenças na composição química dos filés dos peixes nas concentrações testadas, assim como nos coeficientes de retenção energética e proteica. É indicada a dose de 1,09 g kg⁻¹ do aditivo Aqualyso em dietas para juvenis de tilápia para melhoria do desempenho produtivo.

Palavras-chave: Aquicultura, Emulsificante, Lipídios, Lisolecitina, Nutrição

EFFECT OF THE LYSOLECITINE ADDITIVE ON THE DEVELOPMENT OF JUVENILES NILE TILAPIA, *Oreochromis niloticus*

ABSTRACT

Feeding on the fish farms is one of the most decisive factors for the success of the enterprise. However, cultivation at high densities has the common high levels of dietary lipids, which can cause poor animal development and high tissue fat levels. Thus, studies aimed at improving the absorption rate and digestibility of fish. This study aimed to evaluate the effect of the addition of the additive Aqualyso, in the feeding of juveniles of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. The fish were found to be fed isoprotein (30% crude protein) and isoenergetic (3,200 kcal.kg⁻¹ feed) rations with 5 levels of inclusion (0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 g kg⁻¹) of the additive Aqualyso, based on lysolecithin, for 60 days, where they were distributed in polyethylene tanks (310 L) with a density of 20 juveniles (2.21 ± 0.14 g) per tank, mounted in a closed water recirculation system with constant aeration and biological filter. A completely randomized design was used, with five treatments and four replications. Two biometrics were performed, one at the beginning and the other at the end of the experiment, to measure the technical performance parameters: weight gain, feed conversion, total and daily consumption, specific growth rate, protein and energy retention coefficient and survival. A chemical composition of the fish fillet was also evaluated. The physicochemical parameters of water were measured daily and nitrogen compounds weekly. Analysis of variance (ANOVA) was performed ($p \leq 0.05$) and when related differences were detected between factors, such as sums of squares, they were decomposed into orthogonal polynomials up to the third degree. The inclusion of the additive Aqualyso in the rations resulted in a quadratic response to weight gain, daily weight gain, specific growth rate at a dose of 1.09 g kg⁻¹ of Aqualyso, as for total consumption and daily feed consumption the index of supplementation was 0.99 g kg⁻¹. There were no differences in the chemical composition of fish fillets in the tested practices, as well as in energy and protein retention coefficients. A dose of 1.09 g.kg⁻¹ of the additive Aqualyso is indicated in diets for tilapia juveniles to improve productive performance.

Keywords: Aquaculture, Emulsifier, Lipids, Lysolecithin, Nutrition

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Formulação e composição das dietas experimentais para juvenis de tilápia contendo diferente níveis de Aqualyso, aditivo a base de liolecitina	15
Tabela 2	Variáveis zootécnicas dos juvenis de tilápia alimentados com rações contendo diferente níveis de Aqualyso, aditivo a base de liolecitina	17
Tabela 3	Composição centesimal dos filés dos juvenis de tilápia alimentados com dietas contendo diferente níveis de Aqualyso, aditivo a base de liolecitina	18

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
2.OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo Geral:.....	9
2.2. Objetivos Específicos:.....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1. Aquicultura	9
3.2. Tilápia.....	10
3.3. Lipídeos na nutrição de peixes	11
3.4. Uso de aditivos na aquicultura.....	13
3.4.1. Lecitina e lisolecitina.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Desempenho produtivo de juvenis de tilápia, submetidos a diferentes níveis de lisolecitina na alimentação	15
4.3. Análise dos dados.....	17
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSSÃO	18
7. CONCLUSÃO	21
8. REFERÊNCIAS.....	22

INTRODUÇÃO

A pesca e a aquicultura são importantes fontes de alimento, nutrição e sobrevivência para milhões de pessoas em todo o mundo. O pescado em 2016 representou cerca de 20% da proteína animal destinada a população mundial, no mesmo ano a produção alcançou 80,0 milhões de toneladas, gerando valor estimado de 231.6 bilhões de dólares (FAO, 2018). Já a produção brasileira de piscicultura em 2018 foi de 519.3 mil toneladas de pescado, estando a produção aquícola presente em 2.905 municípios do território nacional (IBGE, 2015, IBGE, 2018).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais cultivada no Brasil, a qual representou 60% do total da produção em 2018, atingindo 311,5 mil toneladas (IBGE, 2018). A importância dessa espécie está relacionada à sua rusticidade (HAYASHI, 1995), devido a suas respostas às condições ambientais adversas, resistindo a altos valores de amônia dissolvidos na água e ao baixo nível de oxigênio (ALCESTE e JORRY, 1998). Outro ponto de destaque é a sua rápida taxa de crescimento, sua conversão alimentar e ao consumo de ração artificial desde a fase larval (MEURER et al., 2000).

Os lipídeos desempenham importante papel na nutrição dos peixes, pois agem como fonte de energia e de ácidos graxos essenciais, além de serem responsáveis pela estrutura celular, absorção de hormônios lipossolúveis, síntese de hormônios e da vitamina D e por gerar uma melhor eficácia na utilização da proteína para o desenvolvimento do animal (CHATZIFOTIS et al., 2010, WATANABE, 1982). Todavia os altos níveis de lipídeos nas rações podem inibir o crescimento dos peixes, devido à baixa ingestão do alimento, assim como aumentar a quantidade de gordura corporal, como foi observado por GUO et al. (2019) em *Micropterus salmoides* (BROMLEY, 1980; HILLESTAD e JOHNSEN, 1994).

A lisolecitina (LL) é um produto da atividade enzimática da fosfolipase A2 da lecitina, sendo responsável por remover uma molécula de ácido graxo do fosfolípido e o transformar em um lisofosfolípido, tornando-o mais hidrofílico (JOSHI, PARATKAR e THORAT, 2010). Este produto ainda promove efetivamente a emulsificação e a digestibilidade de ácidos graxos altamente saturados, assim como a formação de pequenas micelas no trato digestivo que melhoram a absorção destes nutrientes (KHAN et al., 2018).

Estudos vêm sendo desenvolvidos para avaliar o desempenho de aditivos a base de lecitina e lisolecitina em pescados (AZARM; ABEDIAN-KENARI; HEDAYATI, 2013; LI;

TAN; MAI, 2009; JAFARI et al., 2018; LI et al. 2019; PAGHEGH et al., 2019). Porém, há poucos estudos para investigar a ação da lisolecitina na alimentação de tilápias. Devido a isto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição do aditivo Aqualyso, a base de lisolecitina, na alimentação de juvenis tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

2.OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Avaliar o efeito da adição de lisolecitina na alimentação de juvenis tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar o melhor nível do aditivo Aqualyso, a base de lisolecitina, para o melhor desempenho produtivo de juvenis tilápia;
- Avaliar a composição química dos filés de tilápia alimentada com ração contendo lisolecitina.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aquicultura

A produção mundial de peixes atingiu o patamar de 179 milhões de toneladas em 2018, o que resultou em um valor estimado de 401 bilhões de dólares. Deste valor, 82 milhões de toneladas foram referentes a aquicultura, com ganho de 250 bilhões de dólares. O consumo per-capita aumentou para 20,5 kg, teve um aumento de 1,5% se comparado ao ano de 2015, e foram consumidas 156 milhões de toneladas neste período (FAO, 2020).

A aquicultura que utiliza insumos para alimentação produziu 57 milhões de toneladas, o equivalente a 69,5% do total da produção e teve um aumento de 13,4 % se comparado ao ano 2000 (FAO, 2020). Dentre as espécies produzidas a tilápia permanece como a 3ª espécie mais cultivada na aquicultura mundial. Em 2018 atingiu 4.525 mil toneladas representando 8,3% da produção mundial de peixes cultiváveis (FAO, 2020).

Segundo Viera Filho e Fishlow (2017), desde a década de 1960 devido a políticas públicas, a agricultura brasileira passou por importantes transformações. Estas políticas

permitiram a “construção de um ambiente institucional favorável à inovação e à adaptação de conhecimento e de tecnologia” o que resultou no aumento vertiginoso da produção agropecuária.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016), da produção nacional pescado, o Nordeste apresentou a maior participação de mercado no país, com 26,8% (com destaque para o Ceará). Logo após veio a região Norte, com 25,7; a região Sul, com 24,2% (concentrando a produção no Paraná e em Santa Catarina); a região Centro-Oeste, com 12,6%; e o Sudeste, com 10,7%.

A piscicultura nacional atingiu a produção de 758 mil toneladas em 2019, o que representou um acréscimo de 4,9% referente ao ano anterior. Vale ressaltar que esse valor de crescimento foi bem considerável se comparado as fontes proteicas animais que permaneceram estáveis ou apresentaram ligeiras quedas na produção (PEIXE BR, 2020).

A tilapicultura ainda é o destaque na produção nacional, apresentando um leve crescimento na sua participação no total, com 7,96% (432.149 t) em 2019 o que representou 57% dos totais dos peixes produzidos nacionalmente. A espécie é cultivada em todas as regiões do país (PEIXE BR, 2020).

Devido a isto, o Brasil encontra-se na 4ª colocação mundial dos produtores de tilápia, com destaque para o estado do Paraná com participação de 33,8% da produção nacional. (PEIXE BR, 2020).

A piscicultura é o segundo segmento mais importante das exportações de pescado brasileiro, a qual gerou receita de 12 milhões de dólares, em 2019. A tilápia representa 81% do volume exportado, seguida por curimatãs com 9% e apresentou aumento de 19% nas exportações se comparado ao ano anterior. (PEIXE BR, 2020).

3.2. Tilápia

O cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil iniciou na década de 1970. O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em 1971 foi o responsável por introduzir a espécie no país. A introdução teve o intuito de proporcionar o repovoamento de reservatórios públicos da região Nordeste e para a promoção do cultivo (SHULTER e VIEIRA FILHO, 2017).

Com a difusão da tecnologia de reversão sexual, houve grande aumento na produção de tilápias, o Paraná foi o pioneiro a utilizar a cultura com o foco industrial. De tal modo que em

poucos anos passou a ser o estado de maior produção nacional, onde em 2002 atingiu a marca de 12,8 mil toneladas de produção (KUBITZA, 2003).

Entre as décadas de 1990 e 2000, a expansão da atividade começou a se consolidar, de modo, que gerou o surgimento de uma indústria de insumos específicos voltados a atividade, o que levou a um alto desenvolvimento nos polos produtivos. Através do desenvolvimento do setor a produção de tilápias pode sair de 12 mil toneladas em 1995 para 219 mil toneladas em 2015 (FAO, 2016).

A tilápia do Nilo, vêm sido produzida e estudada em todo o mundo, pois possui desempenho zootécnico favorável para a aquicultura, devido a sua rusticidade e por sua origem tropical, a qual permite tolerar ampla faixa de temperatura, contribuindo para sua distribuição em várias regiões do país. Outros aspectos que ressaltam a espécie é o fato de ser onívora, o que a possibilita o consumo de uma gama de alimentos, assim como a docilidade, fácil reprodução, alta taxa de fecundidade, o bom aproveitamento de carcaça e a rápida aceitação de ração durante as primeiras fases de cultivo (ZIMMERMANN e HASPER, 2003, SHULTER e VIEIRA FILHO, 2017).

No Brasil a produção comercial é realizada em sistemas intensivos e semi-intensivos, utilizando viveiros escavados e tanques-redes (SEBRAE, 2014). O tamanho de abate comercial da espécie fica em torno de 600 g a 1kg, onde os ciclos de produção no Nordeste têm a duração de aproximadamente 210 dias e no Sul do país de 270 dias.

O preço final do produto está intrinsecamente ligado aos insumos utilizados durante a produção. A ração é o fator que mais destaca, pois nos sistemas intensivos podem representar cerca de 50 a 70% dos custos de produção. A produção de ração para a aquicultura foi de 1,4 milhões de toneladas em 2020 (SINDIRAÇÕES, 2020). Os outros dois maiores custos são a aquisição de alevinos e mão de obra, os quais sucessivamente ficam em torno de 14% e 9,4% dos custos (CNA, 2015).

3.3. Lipídeos na nutrição de peixes

Os lipídeos são substâncias que possuem em comum a insolubilidade em meio aquoso, são consideradas a principal forma de armazenagem de energia corporal, devido a sua polaridade, facilidade de acondicionamento e quantidade de energia liberada na hidrólise se comparada as proteínas e carboidratos. Além disso participam de diversos processos no organismo, como a formação das membranas celulares, constituição de hormônios esteroides e produção de mensageiros extra e intracelulares (LEHNINGER et al., 1995; NELSON; COX, 2005).

Na alimentação dos peixes os lipídeos podem ser utilizados como importante fonte de energia, pois possuem fácil aquisição mercadológica e fornecem, além da energia, uma quantidade considerável de ácidos graxos essenciais, que são fundamentais para o bom desenvolvimento e qualidade de vida do animal, além de influenciar diretamente no aspecto nutricional e valor do produto final (STEFFENS, 1987; LIM et al., 2009; WILSON, 1998).

Os lipídeos são melhores aproveitados por espécies tropicais carnívoras e peixes de águas frias e marinhos, os quais possuem baixa ou nenhuma capacidade de utilizar carboidratos como fonte energética (GARCIA et al., 2013).

Já as proteínas são as bases da construção celular e variam o seu valor nutricional com base na composição dos seus aminoácidos. Nos peixes as proteínas são utilizadas em duas rotas metabólicas, anabólica, principalmente na síntese de proteínas e na catabólica, onde produz energia para manutenção do corpo excretando compostos nitrogenados como a amônia (HEPHER, 1989; LEHNINGER et al., 1995).

A quantidade de proteína sintetizada pelo organismo, não depende apenas da quantidade absorvida, mas também do balanço entre a energia digestível e os aminoácidos. Apenas uma parcela das proteínas ingeridas é utilizada para o crescimento dos peixes, pois estes utilizam a proteína como fonte energética preferencial ao invés do carboidrato e lipídio, o que leva a um grande entrave na nutrição destes animais, porque a proteína é o ingrediente de maior valia dentro da dieta (CARTER et al., 2001).

Outro aspecto a ser ressaltado é que o ajuste do nível de proteína está ligado diretamente a redução da excreção de compostos nitrogenados ao ambiente (HILLESTAD et al., 2001; WU et al., 2007). Os pesquisadores procuram alcançar o melhor efeito poupador de energia, que é a maximização do uso da proteína para o crescimento e desenvolvimento muscular, de forma a atingir o melhor desempenho com o melhor custo benefício. O aumento dos níveis de carboidratos e lipídeos nas dietas vêm como a principal estratégia para alcançar o efeito desejado sem comprometer o desenvolvimento dos animais (NYINAWAMWIZA et al., 2005).

O balanço energético e a capacidade de poupar a proteína varia entre as espécies de peixes, onde os carnívoros possuem melhor afinidade em utilizar os lipídeos do que carboidratos, pois possuem baixa atividade enzimática para digeri-los, ao contrário dos peixes herbívoros e onívoros que toleram maiores níveis de carboidratos (DE SILVA et al., 2002; WILSON, 1994; HEMRE et al., 2002; KROGDAHL et al, 2005).

3.4. Uso de aditivos na aquicultura

Uns dos principais fatores que são determinantes para o sucesso da produção aquícola são a prevenção e combate a doenças e a redução nos níveis de estresse provocados pelo sistema de cultivo (SUBRAMANIAN et al., 2013; FAGGIO et al., 2015). Durante anos os antibióticos foram usados como preventivo para atender esses fatores, todavia o uso indiscriminado resultou em grandes contaminações ambientais e no surgimento de novas cepas patogênicas resistentes, de forma que o uso dos antibióticos passou a ser restrito ou até abolido nas práticas da aquicultura. Devido a isto, houve a necessidade de buscar por alternativas que promovesse a melhor desempenho e qualidade de vida para os organismos aquáticos (CARBONE & FAGGIO 2016; DA SILVA et al., 2016).

Os aditivos segundo a Instrução Normativa 44/2015 são compostos formulados, microrganismos ou substâncias adicionadas a produtos, possuem ou não valor nutritivo, com o objetivo de aprimorar as propriedades do produto destinado a alimentação ou produção animal, de forma que melhorem o desenvolvimento e/ou as necessidades nutricionais dos animais (CIDASC, 2016; MAPA, 2015).

Os mesmos podem ser subdivididos em: aditivos nutricionais, usados para manutenção dos aspectos nutricionais do produto; aditivos tecnológicos, acrescidos com fins tecnológicos. Podem possuir propriedades de antioxidantes, antiaglomerantes, adsorventes, aglomerantes, antiumectantes, emulsificantes, conservantes, estabilizantes, espessantes, gelificantes, umectantes e reguladores de acidez; os aditivos zootécnicos influenciam o desempenho dos animais desde melhoras dos processos digestivos ao aumento da imunidade. Já os aditivos sensoriais possuem a função de melhorar características visuais e organolépticas dos produtos (MAPA, 2004).

Os emulsificantes são compostos que auxiliam a dissolução de compostos de diferentes polaridades, possuem natureza anfifílica, onde a parte hidrofílica prefere um ambiente polar e a parte hidrofóbica um ambiente apolar (PIRES, 2011). Atuam no processo de absorção de gorduras através da formação das micelas, pois aumentam a superfície ativa das gorduras, o que permite a quebra de triglicerídeos em monoglicerídeos e ácidos graxos (SABINO, 2013).

3.4.1. Lecitina e lisolecitina

A lecitina de soja (LS) é um emulsificante exógeno comumente utilizado na nutrição de frangos e suínos, agindo no metabolismo de lipoproteínas, triglicerídeos, fosfolipídeos e colesterol (GARNETT, 2005; BERG & SHMIDT, 2008). É responsável por melhorar a

digestibilidade das vitaminas lipossolúveis e das gorduras na ração. Este produto é gerado por meio da produção do óleo de soja, extraída pelo processo de degomagem (CASTEJON & FMZER, 2007). Através da ação enzimática da fosfolipase A2 sobre a lecitina, gera-se a lisolecitina (LL), a qual apresenta atividade emulsificante superior à sua precedente (SABIHA, 2009).

A LL gera micelas menores das que as comumente geradas pelo organismo, pois a bile possui uma concentração micelar crítica (CMC) de 4 mL^{-1} , enquanto a lisolecitina possui uma eficácia de 20 a 200 vezes a mais, pois seus CMC é de $0,02$ a $0,2 \text{ mL}^{-1}$, e também é superior a lecitina de soja, a qual apresenta CMC de $0,3-2 \text{ mL}^{-1}$ (LONGMUIR, 2002). Estudos mostram que as lisolecitinas podem beneficiar os peixes em vários aspectos, pois suplementa a baixa concentração de colina e aumentam a absorção do colesterol e tocoferóis, além de melhorar a biossíntese de lipoproteínas (GARNETT, 2005; OLSEN et al., 2013).

O Aqualyso® é um bioemulsificante natural, que intensifica os processos digestivos e metabólicos à base de lisofosfolipídeos, tendo como um dos seus principais agentes a lisolecitina. Possui uma alta concentração de liso e fosfolipídios (>40%) e uma alta presença de componentes ativos (lisofosfolipídeos > 6,5%). Ele aprimora a utilização da gordura e melhora a eficiência proteica, compensando os níveis reduzidos de gordura na dieta. Também pode ser utilizado como forma de substituição para gorduras e óleos.

Apesar dos avanços tecnológicos obtidos para várias espécies de peixes, os efeitos dos aditivos alimentares utilizados para o crescimento e alimentação dos animais aquáticos comercialmente importantes ainda são escassos (LI et al., 2008; YUN et al., 2011; PENG et al., 2013; ABDELKHALEK et al., 2017). Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da adição do Aqualyso como suplemento na alimentação de juvenis tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), visando aumentar o desempenho do animal e a qualidade do produto final, afim de melhorar comercialização do produto final.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AQUANUT) da Universidade Estadual de Santa Cruz. O projeto possui a certificação de nº 006/20 aprovado pelo CEUA/UESC. Os juvenis de tilápia foram adquiridos na Aguavale Piscicultura S.A., Ituberá-Ba.

4.1. Desempenho produtivo de juvenis de tilápia, submetidos a diferentes níveis de lisolecitina na alimentação

Os peixes foram submetidos a um período de adaptação às condições laboratoriais durante 10 dias, no quais foram alimentados com ração comercial para peixes onívoros (32% de proteína bruta). Posteriormente, os juvenis foram distribuídos em 20 tanques circulares de polietileno (310 L) em sistema de recirculação de água fechado com filtro biológico e aeração mediante a compressor, na densidade de 20 peixes por tanque, com quatro repetições por tratamento.

Diariamente foi realizado o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água com a utilização da sonda multiparâmetro para temperatura, pH e oxigênio dissolvido (OD), e os compostos nitrogenados foram aferidos semanalmente utilizando um fotolorímetro de bancada (Hanna 83203), registrando os seguintes valores médios: $28,04 \pm 0,40$ °C de temperatura; $6,77 \pm 0,18$ de pH; $4,94 \pm 0,24$ mg.L⁻¹ de oxigênio dissolvido e $1,22 \pm 0,54$ mg.L⁻¹ de amônia, $16,53 \pm 3,82$ mg.L⁻¹ nitrato, $11,30 \pm 7,34$ mg.L⁻¹.

Os juvenis ($2,21 \pm 0,14$ g) foram submetidos a um delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 g kg⁻¹ de inclusão do aditivo Aqualyso) e 4 repetições. As rações experimentais foram confeccionadas na forma peletizadas (3 mm), e com formulação isoproteicas (30% de proteína digestível) e isoenergéticas (3.000 kcal energia digestível/kg de ração) (Tabela 1), sendo fornecidas aos juvenis durante 60 dias.

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais para juvenis de tilápia contendo diferente níveis de aditivo a base de lisolecitina

Ingrediente (%)	Níveis de Aqualyso (g. kg ⁻¹ ração)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Farelo de soja 45%	239,53	239,53	239,53	239,53	239,53
Fubá de milho	202,14	202,14	202,14	202,14	202,14
Farelo de trigo	141,83	141,332	140,832	140,332	139,832
Far. de glúten de milho 22%	131,05	131,05	131,05	131,05	131,05
Farinha de peixe 55%	127,01	127,01	127,01	127,01	127,01
Farinha de carne e ossos 45%	62,33	62,33	62,33	62,33	62,33
Farinha de vísceras de aves	62,33	62,33	62,33	62,33	62,33
Óleo de soja	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84
Antifúngico BHT ¹	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41
Premix vitamínico e mineral ¹	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07
Sal comum	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46
Aqualyso®	0,00	0,500	1,000	1,500	2,000

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais para juvenis de tilápia contendo diferente níveis de aditivo a base de lisolecitina (continuação)

Variável (%)	Níveis de Aqualyso (g. kg ⁻¹ ração)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
	Composição química analisada (%)				
Umidade	8,57	7,55	8,09	7,56	7,09
Matéria seca	91,43	92,45	91,91	92,44	92,91
Proteína bruta	31,18	31,26	31,60	31,90	31,57
Extrato etéreo	7,72	7,54	8,09	7,84	8,13
Cinzas	9,12	8,65	8,75	8,66	8,78
Energia bruta (Kcal kg ⁻¹)	4455	4407	4437	4424	4416

¹ Premix vitamínico mineral (composição/ kg do produto): vitamina A = 6.000.000 UI; vitamina D3 = 2.250.000 UI; vitamina E = 75.000 mg; vitamina K3 = 3.000 mg; vitamina tiamina= 5.000 mg; riboflavina = 10.000 mg; vitamina pirodoxina = 8.000 mg; biotina = 2.000 mg; vitamina C = 192.500 mg; niacina = 30.000 mg; ácido fólico = 3.000 mg; Fe = 100.000 mg; Cu = 600 mg; Mn = 60.000 mg; Zn = 150.000 mg; I = 4.500 mg; Cu = 15.000 mg; Co = 2.000 mg; Se = 400 mg. ²Butil hidroxitolueno.

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (08h, 11h e 15h) até a saciedade aparente, de forma a evitar sobras. Foram realizadas biometrias na montagem do experimento e no término para o aferimento do peso e comprimento, para o cálculo de: Ganho de peso (GP), comprimento final, consumo diário de ração (g.dia⁻¹) = consumo total / período experimental; Ganho de peso diário (GPD) (g.dia⁻¹) = (peso final – peso inicial) / período experimental; Conversão alimentar (CA) = consumo da ração/ganho de peso; Taxa de sobrevivência = (indivíduos mortos / indivíduos vivos) x 100; Taxa de crescimento específico: TCE (%); Taxa de Eficiência Proteica: TEP; Coeficiente de Retenção Proteica: CRP e Coeficiente de Retenção Energética: CRE.

Durante a primeira biometria foram eutanasiados aleatoriamente 20 exemplares para uma posterior análise de carcaça. Ao término do experimento todos os peixes foram pesados e medidos individualmente e destes três peixes de cada repetição foram eutanasiados para análise de carcaça. Os peixes foram eutanasiados através de imersão em benzocaína (25 mg.L⁻¹) em um balde (20 L), conforme a Diretriz da Prática de Eutanásia do CONCEA. Todos os procedimentos de retirada dos peixes dos tanques e transferência foram realizados com puçá de dimensões adequadas ao tamanho dos peixes.

Os peixes eutanasiados passaram pela retirada de amostras de filés de ambos os lados e foram armazenados em um freezer a -15 C° para posteriores análises para posteriores análises bromatológicas de energia bruta (EB), proteína bruta (PB), matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), cinzas conforme AOAC (1990).

4.3. Análise dos dados

Os dados obtidos ao final de cada experimento foram submetidos à análise de variância, e quando detectado diferenças significativas entre os fatores, as somas de quadrados foram decompostas em polinômios ortogonais até o terceiro grau, utilizando o software R versão 3.6.0 com auxílio do editor Tinn-R versão 5.03. Afim de comprovar a homocedasticidade e a normalidade dos dados, foram empregados os testes de Lilliefors e F-máximo de Hartley a 1% de significância.

5. RESULTADOS

O aumento dos níveis do aditivo lisocecitina nas rações resultou em resposta quadrática no ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo total de ração, consumo diário de ração e na taxa de crescimento específico (TCE) (Tabela 2). A taxa de sobrevivência dos juvenis variou de 72,5 a 90,0%, não sendo detectada diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 2. Variáveis zootécnicas dos juvenis de tilápia alimentados com rações contendo diferente níveis de aditivo a base de lisocecitina

Variável	Níveis de Aqualyso (g. kg ⁻¹ ração)					Anova ($\alpha=0,05$)	
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	CV (%)	p-valor
Ganho de peso (g)	57,58	58,88	68,09	66,97	57,57	10,073	0,002 ¹
Ganho de peso diário (g.dia ⁻¹)	0,96	0,98	1,13	1,12	0,96	10,073	0,002 ²
Cons. de ração (g)	1184,66	1199,39	1335,12	1378,84	1085,63	12,66	0,009 ³
Cons. diário de ração (g.dia ⁻¹)	19,74	19,99	22,25	22,98	18,09	12,66	0,009 ⁴
Conv. alimentar	1,14	1,11	1,13	1,20	1,28	12,98	0,125
Taxa de cresc. específico (%.dia ⁻¹)	5,55	5,58	5,81	5,79	5,55	2,79	0,002 ⁵
Taxa de eficiência proteica	2,10	2,08	1,98	1,98	1,87	10,07	0,663
Coefficiente de retenção proteica	2,72	2,73	2,56	2,58	2,42	10,07	0,723
Coef. de retenção energética	0,98	1,06	1,01	0,95	0,90	13,45	0,476
Sobrevivência (%)	88,75	90,00	85,00	83,75	72,50	12,46	0,1192

A análise de regressão polinomial de segunda ordem foi significativa para todas as variáveis ($P<0,05$):

$$^1 y = 55,671 + 19,746x - 9,066x^2 \quad R^2 = 0,7098 \quad X(\max) = 1,089 \quad Y(\max) = 66,4228$$

$$^2 y = 0,9278 + 0,3290x - 0,1511x^2 \quad R^2 = 0,7098 \quad X(\max) = 1,089 \quad Y(\max) = 1,1070$$

$$^3 y = 1139,3 + 400,8x - 202,3x^2 \quad R^2 = 0,6306 \quad X(\max) = 0,9906 \quad Y(\max) = 1337,818$$

$$^4 y = 18,989 + 6,68x - 3,371x^2 \quad R^2 = 0,6306 \quad X(\max) = 0,9908 \quad Y(\max) = 22,2983$$

O nível de aditivo que trouxe o melhor desenvolvimento para os juvenis considerando os dados de GP, GPD e TCE foi estimado em 1,09 g.kg⁻¹ de Aqualyso, já para o consumo total e consumo diário de ração foi de 0,99 g.kg⁻¹ de Aqualyso. Já para composição do filé dos juvenis de tilápia não se observou efeito significativo nos diferentes níveis testados (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química dos filés dos juvenis de tilápia alimentados com dietas contendo diferente níveis de aditivo a base de lisolecitina. Valores expressos com base na matéria seca

Variável (%)	Níveis de Aqualyso (g. kg ⁻¹ ração)					Anova ($\alpha=0,05$)	
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	CV (%)	p-valor
Umidade	80,65	80,03	80,88	80,40	80,38	1,06	0,74
Matéria seca (MS)	19,35	19,97	19,12	19,60	19,62	4,38	0,74
Proteína bruta (PB)	76,51	75,25	76,11	76,43	76,65	3,18	0,95
Extrato etéreo (EE)	7,51	9,46	6,92	8,52	7,63	34,27	0,76
Cinzas	5,55	5,88	5,51	5,78	6,23	8,21	0,19
Energia bruta (EB) (Kcal kg ⁻¹)	5119	5304	5145	5053	5145	2,96	0,21

6. DISCUSSÃO

Os juvenis de tilápia apresentaram melhores resultados de ganho de peso quando submetidos ao Aqualyso na faixa de 1 a 1,5 g.kg⁻¹, obtendo seu ponto de ótimo no valor de 1,09 g.kg⁻¹ do aditivo, resultando a média de 61,82 ± 4,57 g. A ação da lisolecitina gera aumento na atividade enzimática, assim como na produção de micelas com tamanhos reduzidos, proporcionando melhor absorção dos lipídios e uso energético, o que leva a um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, aumentando o desempenho dos animais (LONGMUIR, 2002; GARNETT, 2005; OLSEN et al., 2013).

LIU et al. (2020) observaram que os juvenis de *Ictalurus punctatus* obtiveram ganho de peso de aproximadamente 28 g ao utilizarem 0,25 g.kg⁻¹ de aditivo a base de LL na dieta e conversão alimentar semelhante a encontrada neste estudo. Já JAFARI et al. (2018) ao utilizarem 6% de lecitina de soja na dieta de *Acipenser stellatus*, relataram ganho de peso de 51,4 g. EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED (2021) observaram que o ganho de peso decaiu em concentrações acima de 0,3 g.kg⁻¹ do aditivo a base de lecitina de soja em tilápias adultas, assim como houve a queda do desempenho em valores maiores que 1,5 g.kg⁻¹ de Aqualyso.

O ganho e peso diário variou de 0,96 a 1,13 g.dia⁻¹ neste estudo, sendo semelhante ao encontrado por LI et al. (2019), os quais observaram que o *Scophthalmus maximus* alimentado com dieta contendo 1,0 g.kg⁻¹ de lisolecitina na dieta teve ganho de peso diário de 0,98 g.dia⁻¹. Porém inferior ao GPD de tilápias adultas, que obtiveram 2,08 g.dia⁻¹ quando foram submetidas a uma dieta com 0,3 g.kg⁻¹ de aditivo a base de lecitina (EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED, 2021). Já os bagres do canal tiveram GPD inferior se comparado aos juvenis de tilápias deste estudo, pois obtiveram 0,37 g.kg⁻¹ ao utilizar 0,25 g.kg⁻¹ de aditivo a base de LL na dieta (LIU et al. 2020).

A taxa de crescimento específico encontrada variou de 5,55 a 5,81 %.dia⁻¹, onde no ponto ótimo da curva obteve valor máximo de 5,77 %.dia⁻¹. Este valor foi superior aos encontrados em tilápias adultas, juvenis de esturjão estrelado (*Acipenser stellatus*), juvenis de linguado europeu (*Scophthalmus maximus*) e juvenis de *Sparidentex hasta* submetidos a diferentes níveis de lecitina de soja ou lisolecitina na dieta (EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED, 2021; JAFARI et al., 2018; LI et al. 2019; PAGHEGH et al., 2019).

Alguns autores recomendam o uso de aditivos a base de lecitina ou lisolecitina para algumas espécies, dentre eles: EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED (2021) indicaram que 0,45 g kg⁻¹ do aditivo a base de lecitina de soja gerou aumento na digestão de alimentos, na taxa de crescimento, assim como melhorou a saúde das tilápias adultas; já LIU et al. (2020) observaram que o bagre do canal teve melhor consumo de ração e aumento das atividades enzimáticas digestivas; segundo AZARM; ABEDIAN-KENARI; HEDAYATI (2013) cerca de 2% de lecitina gerou melhor crescimento na truta arco-íris; enquanto KHAN et al. (2018) destacaram que a dieta com óleo de peixe e 20g.kg⁻¹ de lisolecitina proporcionaram melhor desempenho no camarão tigre (*Penaeus monodon*) do que as dietas que utilizaram lecitina de soja; também foram detectadas melhorias na suplementação da dieta com lisolecitina na carpa comum (*Cyprinus carpio* var. Jian), carpa cruciana (*Carassais auratus gibelio*) (LI et al., 2010; WANG et al., 2009).

Houve queda no consumo dos peixes a partir do nível de 1,5 g kg⁻¹ de adição do aditivo. Para o bagre do canal não foi observada diferenças no consumo após o uso da lecitina de soja em dietas e são recomendados níveis até 1,5 g kg⁻¹ de lecitina na dieta (SINK & LOCHMANN, 2014). LIU et al. (2020) observaram queda do consumo de ração no bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), após a adição de níveis crescentes da lisolecitina na dieta. COUTTEAU et al. (1997) relatam que dietas suplementadas com fosfolípidos, como a lecitina de soja, diminuem a palatabilidade da ração e o consumo para algumas espécies de peixe. Entretanto, em *Sparidentex hasta*, o uso de lecitina aumentou o consumo dos peixes (PAGHEGH et al., 2019),

e segundo os autores para algumas espécies de peixes, pode estimular a resposta gustativa (IZQUIERDO & KOVEN, 2010; LA et al., 2018).

Já em relação ao coeficiente de retenção energética os valores encontrados ($0,98 \pm 0,05$), pode estar relacionado com a capacidade emulsificante da LL, pois não só promove o metabolismo lipídico como também pode substituir parte dos lipídeos na dieta (LI et al., 2019). A lisolecitina aumenta a secreção de enzimas digestivas e a atividade das enzimas lipase, Na⁺, K⁺, ATPase e AKP, as quais promovem a utilização dos lipídeos dietéticos, o que contribui para o aumento da utilização dos lipídeos pelo organismo (EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED, 2021; LI et al., 2019; LIU et al., 2020; MONÉS et al., 2005). Neste estudo, os níveis de retenção energética foram superiores aos observados por COUTINHO et al. (2018); HUA; SUWENDI; BUREAU (2019); SCHRAMA et al. (2018), HAIDAR et al. (2016), GBADAMOSI; LUPATSCH (2018) e MA et al. (2015), os quais oscilaram de 0,23 a 0,57 de CRE.

LI et al. (2019), observaram que a taxa de eficiência proteica ficou entre 2,06 a 2,3 para o linguado europeu, *Scophthalmus maximus*, utilizando doses de 1 a 5,5 g.kg⁻¹ de aditivo a base de lisolecitina, valores semelhantes aos encontrados para os juvenis de tilápia deste estudo, porém inferiores aos encontrados para espécimes adultos (EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED, 2021), assim como para o bagre do canal, *Ictalurus punctatus* (LIU et al., 2020), os quais obtiveram TEP de 2,4 a 3,1. A capacidade emulsificação de lipídeos da LL é cerca de cinco vezes maior que os fosfolipídeos comuns (ZHANG, 2007), o que impacta diretamente no seu efeito no metabolismo lipídico dos organismos, o que gerou melhor balanço energético, levando os organismos a utilizarem melhor a proteína consumida.

As taxas de sobrevivências em todos os grupos no final do experimento foram semelhantes às encontradas por MORO et al. (2020) a qual variou de 77 a 100% e estão dentro da expectativa para juvenis (KUBITZA, 2013), todavia estiveram abaixo das encontradas por outros experimentos que utilizaram aditivos a base de LL e LS, os quais tiveram menos de 5% de mortalidade (LIU et al., 2020; LI et al., 2019; SINK & LOCHMANN, 2014;).

Não houve diferenças na composição química do filé dos juvenis de tilápia nos níveis de lisolecitina trabalhados, assim como KHAN et al. (2018) também não encontraram diferenças na musculatura do camarão tigre na proporção de 20 g.kg⁻¹ de lisolecitina na dieta. Já LIU et al. (2020) detectaram que nos peixes-gatos de canal a proporção de 0,25 g.kg⁻¹ do aditivo na dieta reduziu o conteúdo de lipídeos em todo o corpo e no fígado destes animais se comparado ao grupo controle. SINK & LOCHMANN (2014) encontraram diferenças na

quantidade de proteína e lecitina na composição da carcaça do peixe gato do canal quando utilizado valores superiores a 2% de LS na dieta. Já EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED (2021) observaram em tilápias adultas que a proteína bruta, lipídeos e fosfolipídeos musculares foram maiores na concentração de $0,3 \text{ g.kg}^{-1}$ e que a quantidade de cinzas decaiu se comparada ao demais tratamentos.

EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED (2021) observaram que os níveis séricos de ALT, LDH e AST foram reduzidos nas tilápias adultas alimentadas com dietas a base de lecitina em comparação com a dieta controle. Assim como LI et al. (2019) observaram que os índices de lipídeos séricos e atividades enzimáticas dos lipídeos metabólicos foram afetadas pela LL na alimentação. Já no soro as concentrações de TG, T-CHO, HDL-C, LDL-C foram reduzidos pela presença da lisolecitina. GILLET; BESTERMAN (1975) observaram que baixos índices de LL estão relacionados a doenças cardíacas. Devido a isso a lisolecitina na dieta aumentou a saúde dos animais.

7. CONCLUSÃO

O nível de inclusão do aditivo Aqualyso a base de lisolecitina recomendado para juvenis de tilápia é de $1,09 \text{ g kg}^{-1}$ de adição na ração, melhorando o desempenho produtivo.

8. REFERÊNCIAS

ALCESTE, C.; JORRY, D. **Análisis de las tendencias actuales en comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Union Europea**. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. Anais. Recife: SIMBRAQ, 1998. p

Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário 2020 Peixe BR da Piscicultura**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 25 de abril. 2021.

AZARM, H. M.; ABEDIAN-KENARI, A.; HEDAYATI, M. Growth response and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry fed diets containing different levels of soybean and egg lecithin. **Aquaculture International**, v. 21, n. 2, 2013.

BERG+SCHMIDT. Lecithin - a successful career for a valuable ingredient. **BestFeed, Berg+Schmidt's Newsletter**, n.5, p.3, 2008.

BRAUTIGAN, D. L.; LI, R.; KUBICKA, E.; TURNER, S. D.; GARCIA, J. S.; WEINTRAUT, M. L.; WONG, E. A. Lysolecithin as feed additive enhances collagen expression and villus length in the jejunum of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 96, n. 8, 2017.

BROMLEY, P. J. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot *Scophthalmus maximus*. **Aquaculture**, v. 9, p 359–369, 1980.

CAERS, M., COUTTEAU, P., SORGELOOS, P.; GAJARDO, G. Impact of algal diets and emulsions on the fatty acid composition and content of selected tissues of adult broodstock of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). **Aquaculture**, v. 217(1–4), p 437–452, 2003.

CARBONE, D.; FAGGIO, C. Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 54, p.172–178, 2016.

CARTER, C. G.; HOULIHAN, D.; KIESSLING, A.; MÉDALE, F.; JOBLING, M. Physiological effects of feeding. In: HOULIHAN, D. F. et al (Ed.). Food intake in fish. Oxford, UK: **Blackwell Science.**, p. 297-331, 2001.

CASTEJON, L. V.; FINZER, J.R.D. Avaliação da viscosidade da lecitina de soja. In: VI Jornada Científica da Fazu, **Anais...Uberada**, p.1 16-121, 2007.

CHATZIFOTIS, S., PANAGIOTIDOU, M., PAPAIOANNOU, N., PAVLIDIS, M., NENGAS, I., & MYLONAS, C. C. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. **Aquaculture**, v.307, n. 1–2, p. 65–70, 2010.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Cadeia produtiva da Tilápia**. Ativos Aquicultura, ano 1, jul. 3 ed. 2015.

COUTINHO, J. J. DE O. NEIRA, L. M.; SANDRE, L. C. G.; COSTA, J. I.; ESPAGNOLI, M. I.; MARTINS, G.; PORTELLA, M. C.; CARNEIRO, D. J. Carbohydrate-to-lipid ratio in extruded diets for Nile tilapia farmed in net cages. **Aquaculture**, v. 497, p. 520–525, 2018.

COUTTEAU, P.; GEURDEN, I., CAMARA, M.R.; BERGOT, P.; SORGELLOOS, P. Aquaculture Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. **Aquaculture**, v.155, 49-164, 1997.

DA SILVA, B. C.; VIEIRA, F. D. N.; MOURINO, J. L. P.; BOLIVAR, N.; SEIFFERT, W.Q., Butyrate and propionate improve the growth performance of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Research** 47, 612–623, 2016.

DE SILVA, S. S.; GUNASEKERA, R.M.; COLLINS, R.A.; INGRAM, B.A. Performance of juvenile Murray cod, *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell), fed with diets of different protein to energy ratio. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 79-85, 2002.

DU, J. L., XU, H. L., LI, S. L., CAI, Z. N., MAI, K. S., AI, Q. H. Effects of dietary chenodeoxycholic acid on growth performance, body composition and related gene expression in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) fed diets with high replacement of fish oil with soybean oil. **Aquaculture**, v. 479, p. 584–590, 2017.

EL-SAYED, A. F. M.; TAMMAM, M. S.; MAKLED, S. O. Lecithin-containing bioemulsifier boosts growth performance, feed digestion and absorption and immune response of adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 27, n. 3, p. 757–770, 1 jun. 2021.

Emulsificante melhora eficiência energética da dieta dos animais. **CIDASC**, 2016. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2016/09/19/emulsificante-melhoraaeficiencia-energetica-da-dieta-dos-animais/>. Acesso em: maio de 2021.

FAGGIO C., FAZIO F., MARAFIOTI S., ARFUSO F.; PICCIONE G. Oral administration of Gum Arabic: effects on haematological parameters and oxidative stress markers in *Mugil cephalus*. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v.14, p. 60–72, 2015.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals**. p. 227, FAO, Roma, 2018.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. p. 242, FAO, Roma, 2016.

FAO. 2020. Rome. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. p. 224, Roma, 2020.

GARCIA, A. S.; GONÇALVES, L. U.; CAVALLI, R. O.; VIEGAS, E. M. M. Lipídios. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1. ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, cap. 5, p. 79-95, 2013.

GARNETT, D. Lysolecithins. **Avitech Scientific Bulletin**, 2005.

GBADAMOSI, O. K.; LUPATSCH, I. Effects of dietary *Nannochloropsis salina* on the nutritional performance and fatty acid profile of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Algal Research**, v. 33, p. 48–54, 1 jul. 2018.

GILLETT, M. P. T.; BESTERMAN, E. M. M. Plasma concentrations of lysolecithin and other phospholipids in the healthy population and in men suffering from atherosclerotic diseases. **Atherosclerosis**, v. 22, n. 1, 1975.

GUO, J. L.; ZHOU, Y. L.; ZHAO, H.; CHEN, W. Y.; CHEN, Y. J.; LIN, S. M. Effect of dietary lipid level on growth, lipid metabolism and oxidative status of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture**, 506, 394–400, 2019.

H Aidar, M. N.; PETIE, M.; HEINSBROEK, L. T. N.; VERRETH, J. A. J.; SCHRAMA, J. W. The effect of type of carbohydrate (starch vs. nonstarch polysaccharides) on nutrients digestibility, energy retention and maintenance requirements in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 463, p. 241–247, 1 out. 2016.

HAYASHI, C. **Breves considerações sobre as tilápias**. In: RIBEIRO, R.P. et al. Curso de piscicultura: criação racional de tilápias. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, cap. 1, p. 4, 1995.

HEMRE, G.-I.; MOMMSEN, T. P.; KROGDAHK, Å. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, n. 3, p. 175-194, 2002.

HEPHER, B. Principles of fish nutrition. In: SHILO, M.; SARIG, M. (Ed.). **Fish culture in warm water systems: problems and trends**. Boca Raton: CRC, p. 121-141, 1989.

HILLESTAD, M., JOHNSEN, F. High-energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. **Aquaculture**, v. 124, p. 109–116, 1994.

HILLESTAD, M.; JOHNSEN, F.; ÅSGÅRD, T. Protein to carbohydrate ratio in high-energy diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture Research**, v. 32, n. 7, p. 517-529, 2001.

HUA, K.; SUWENDI, E.; BUREAU, D. P. Effect of body weight on lysine utilization efficiency in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 505, p. 47–53, 30 abr. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 44, p.1-53, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária municipal 2015**. Rio de Janeiro, v. 43, p.1-49, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária municipal 2018**. Rio de Janeiro, v. 46, p.1-8, 2018

Instrução normativa 13/2004. MAPA, 2004. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>. Acesso em: maio de 2021.

JAFARI, F. AGH, N.; NOORI, F.; TOKMACHI, A.; GISBERT, E.. Effects of dietary soybean lecithin on growth performance, blood chemistry and immunity in juvenile stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*). **Fish and Shellfish Immunology**, v. 80, p. 487–496, 1 set. 2018.

JOSHI, A.; PARATKAR, S. G.; THORAT, B. N. Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.108, n. 4, p. 363–373, 2010.

KHAN, H. I., DAYAL, J. S., AMBASANKAR, K., MADHUBABU, E. P., JANNATHULLA, R., & RAJARAM, V. Enhancing the dietary value of palm oil in the presence of lysolecithin in tiger shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture International**, 26(2), 509–522, 2018.

KROGDAHL, A.; HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T. P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 103-122, 2005.

KUBITZA, F. **A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercado**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, 2003.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da Água no Cultivo de Peixes e Camarões**. Editora Kubitza, 2013. 208 p.

LA, T. X. ISHIKAWA, M.; TOLA, S.; FUKADA, H.; MASUMOTO, T. Effects of dietary phospholipid level and fraction on the feed intake of non-fish meal diet in yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck & Schlegel, 1845. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 1, p. 569–575, 2018.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. Savier: São Paulo, 1995.

LI, B.; LI, Z.; SUN, Y.; WANG, S.; HUANG, B.; WANG, J. Effects of dietary lysolecithin (LPC) on growth, apparent digestibility of nutrient and lipid metabolism in juvenile turbot *Scophthalmus maximus* L. **Aquaculture and Fisheries**, v. 4, n. 2, 2019.

LI, B. S., LI, Z., SUN, Y. Z., WANG, S. X., HUANG, B. S., & WANG, J. Y. Effects of dietary lysolecithin (LPC) on growth, apparent digestibility of nutrient and lipid metabolism in juvenile turbot *Scophthalmus maximus* L., **Aquaculture and Fisheries**, v.4, n.2, p. 61–66, 2018

LI, H.; LIU, W; LI, X.; WANG, J.; LIU, B., XIE, J. Effects of dietary choline-chloride, betaine and lysophospholipids on the growth performance, fat metabolism and blood indices of crucian carp (*Carassais auratus gibelio*). **Journal of Fisheries of China**, v. 34, n. 2, 2010.

LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; LI, M. H.; WELKER, T. L.; KLESIUS, P. H. Influence of dietary levels of lipid and vitamin E on growth and resistance of Nile tilapia to *Streptococcus iniae* challenge. **Aquaculture**, v. 298, p. 76-82, 2009.

LIU, G. MA, S.; CHEN, F.; GAO, W.; ZHANG, W.; MAI, K. Effects of dietary lysolecithin on growth performance, feed utilization, intestinal morphology and metabolic responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 26, n. 2, p. 456–465, 2020.

LONGMUIR L. T., Lecithin. In: HUBBARD AT (ed). **Encyclopedia of surface and colloid science**. New York: Marcel Dekker Inc, 2002. p. 2997-3006.

LU, K. L.; ZHANG, D. D.; WANG, L. N.; XU, W. N.; LIU, W. B. Molecular characterization of carnitine palmitoyltransferase IA in *Megalobrama amblycephala* and effects on its expression of feeding status and dietary lipid and berberine. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 191, p. 20–25, 2016.

MA, F. et al. Effects of extruded and pelleted diets with differing protein levels on growth and nutrient retention of tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Aquaculture International**, v. 23, n. 6, p. 1341–1356, 2015.

MEURER, F. et al. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.479-484, 2000.

MOHAMMADIGHEISAR, M.; KIM, H. S.; KIM, I. H. Effect of inclusion of lysolecithin or multi-enzyme in low energy diet of broiler chickens. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, n. 1, 2018.

MONÉS, J.; GISBERT, J. P.; BORDA, F.; DOMÍNGUEZ-MUÑOZ, E. Indicaciones, métodos diagnósticos y tratamiento erradicador de *Helicobacter pylori*. **Recomendaciones de la II Conferencia Española de Consenso** *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas*, 2005.

MORO, E. B. et al. Fenilalanina em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29340–29353, 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Carbohydrates and Glycobiology**. In: Lehninger. Principles of biochemistry. New York: W. H. Freeman, 4. ed., cap. 7, p. 239- 267, 2005.

NYINA-WAMWIZA, L., XU, X. L.; BLANCHARD, P. K. G. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 36, n. 5, p. 486-492, 2005.

OLSEN, R.E., DRAGNES, B.T., MYKLEBUST, R., RINGØ, E. Effect of soybean oil and soybean lecithin on intestinal lipid composition and lipid droplet accumulation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum. **Fish Physiology Biochemistry**. 29, 181–192, 2003.

PAGHEH, E.; AGH, N.; MARAMMAZI, J. G.; NOURI, F.; SEPAHDARI, A.; GISBERT, E.; MOZANZADEH, M. T. Dietary soybean lecithin affects growth performance, fillet biochemical composition and digestive enzyme activity in *Sparidentex hasta* juvenile. **Journal of Applied Animal Research**, v. 47, n. 1, p. 24–33, 2019.

PIRES, A. M. **Utilização de aditivos na alimentação de bovinos confinados: desempenho, degradabilidade *in vitro*, extrato etéreo e pH fecal**. Goiânia, 2011.

SABIHA, A. Lysophospholipids and their role in enhancing digestion and absorption. **Technical Bulletin Avitech**. 2009.

SABINO, C. M. L. G. **Uso de lisolecitina de soja para frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal**. 2013.

SCHRAMA, J. W. et al. Energy efficiency of digestible protein, fat and carbohydrate utilisation for growth in rainbow trout and Nile tilapia. **British Journal of Nutrition**, v. 119, n. 7, p. 782–791, 14 abr. 2018.

SCHULTER, E. P., VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Rio de Janeiro, 2017.

SEBRAE – SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Criação de tilápias em tanques escavados**. Natal: Sebrae, 2014.

SINDIRAÇÕES – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Boletim Informativo do Setor, dezembro/2020**. São Paulo: Sindirações, dezembro 2020. Disponível em: https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2020/12/boletim_informativo_do_setor_dez_2020_vs_final_port_sindiracoes.pdf. Acesso em: maio 2021

SINK, T. D.; LOCHMANN, R. T. The Effects of Soybean Lecithin Supplementation to a Practical Diet Formulation on Juvenile Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*: Growth, Survival, Hematology, Innate Immune Activity, and Lipid Biochemistry. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 2, p. 163–172, 2014.

SUBRAMANIAN, D., JANG, Y.-H., KIM, D.-H., KANG, B.-J.; HEO, M. S. Dietary effect of *Rubus coreanus* ethanolic extract on immune gene expression in white leg shrimp, *Penaeus vannamei*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 35, p. 808–814, 2013.

TEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentacion de los peces**. Zaragoza: Acribia, p. 285, 1987.

UDOMPRASERT, P.; RUKKWAMSUK, T. Effect of an exogenous emulsifier on growth performance in weanling pigs. **Kasetsart Journal - Natural Science**, v. 40, n. 3, 2006.

VIEIRA FILHO, J. E. R., FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**, Brasília: Ipea, p. 305, 2017.

Wang, J. T., Song, C. Y., Li, H. T., Xiao, X. W., Sun, M. M., & Wan, W. J. Effect of emulsifier on growth performance and blood biochemical index in common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. **Journal of Dalian Fisheries University**, v.24, n. 3, p. 257–260, 2009.

WATANABE, T. Lipid nutrition in fish. **Comparative Biochemistry & Physiology** 73B, 3–15, 1982.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, n. 1-4, p. 67–80, 1994.

WILSON, R.P. **State of art of warmwater fish nutrition**. In: *Aquicultura BrasiL'98*, 1., 1998, Recife. Anais. Recife: SIMBRAQ, p.375-380, 1998.

WU, G. et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock Science**, v. 112, n. 1-2, p. 8-22, 2007.

ZHANG, A. S., & LI, W. L. Studies on the emulsification characters of lysophospholipids. **Journal of Anhui Agriculture Science**, v. 35, n. 13, p. 3800–3801, 2007.