



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

KARINA MORAIS DA SILVA

**USO DA LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
PIRARUCU, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) DE 3,7 A 5,5 KG DE
PESO VIVO**

**ILHÉUS-BAHIA
2022**

KARINA MORAIS DA SILVA

**USO DA LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
PIRARUCU, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), DE 3,7 A 5,5 KG DE
PESO VIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de pesquisa: Produção e Comportamento Animal

Sub-área da Dissertação: Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga

**ILHÉUS-BAHIA
2022**

S586 Silva, Karina Morais da.
Uso da liolecitina na alimentação de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (schinz, 1822) de 3,7 a 5,5 kg de peso vivo / Karina Morais da Silva. – Ilhéus : UESC, 2022.
35f.
Orientador : Luís Gustavo Tavares Braga.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz.
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Pirarucu (Peixe) - Alimentos. 3. Nutrição animal.
I. Braga, Luís Gustavo Tavares. II. Título.

CDD – 639.8

KARINA MORAIS DA SILVA

**USO DA LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE PIRARUCU,
Arapaima gigas (SCHINZ, 1822), DE 3,7 A 5,5 KG DE PESO VIVO**

Ilhéus-Bahia, 31/03/2022

Luís Gustavo Tavares Braga - DSc
UESC/DCAA
(Orientador)

Ana Lúcia Salaro - DSc
UFV

José Fernando Bibiano de Melo - DSc
UNIVASF

ILHÉUS-BAHIA

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por todos que colocou em meu caminho e pela força para persistir e acreditar na mim mesma.

Aos meus pais Carlos da Silva e Elenita Mathias por todo amor e compreensão, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem.

Ao meu companheiro Daniel de Souza, pela paciência, suporte, incentivo e pela disposição em domingos e feriados a me acompanhar no cuidado do experimento.

Ao meu orientador, Luís Gustavo Tavares Braga por me acolher novamente a família AQUANUT, por me dar todo suporte, orientação, aprendizado e soluções para praticamente tudo.

À Universidade Estadual de Santa Cruz por toda estrutura e oportunidade de realizar o curso.

À FAPESB pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa.

Aos amigos do AQUANUT, Thiago Ramos, Marianne Schorer, Ian Timpone, Alan Bernardo, Monaliza Sema, Adriano Cardoso e Raamá Oliveira que sempre colaboraram com o projeto da melhor maneira possível.

A todos os funcionários da Fazenda Almada por se disporem a ajudar com cuidados diários aos peixes e parceria.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições nas correções e sugestões, que permitiram o aprimoramento deste trabalho.

Aos meus sogros, pelo apoio e por estenderem a mão sempre que precisei.

Aos meus primos, Fábio Corrêa e Raquel Mello, por todo incentivo e apoio, com certeza vocês fazem parte disso.

À Aguavale Piscicultura S. A. pelo fornecimento dos peixes utilizados no experimento.

À Pratigi alimentos pela parceria com a ração disponibilizada para o experimento.

À JM Camarões pela disponibilidade de local e pessoal para o beneficiamento dos peixes.

À Adisseo pelo auxílio financeiro para a realização deste trabalho.

USO DA LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE PIRARUCU, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822)

RESUMO

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um dos maiores peixes de água doce do mundo, podendo atingir até 3 m de comprimento e 200 kg. Apresenta respiração aérea, hábito alimentar carnívoro e rusticidade ao manuseio em condições de cultivo. O conhecimento das exigências nutricionais de peixes é fundamental para o sucesso da produção, uma vez que essa área representa maior parte dos custos na piscicultura. A lisolecitina é um lisofosfolípido que auxilia na emulsificação de gorduras melhorando sua absorção. Sua suplementação pode melhorar o desempenho de peixes, aumentando o ganho de peso e melhorando a conversão alimentar. Com o objetivo de avaliar o efeito da lisolecitina sobre as variáveis de desempenho produtivo, composição química corporal, morfologia do intestino e hematologia de juvenis de pirarucu, foi conduzido um experimento na Estação Experimental do Almada no município de Ilhéus-BA, no qual 120 exemplares de pirarucu pesando em média 3,6 kg foram distribuídos aleatoriamente em 15 tanques suspensos de lona vinílica (4 m³), mantidos em sistema de recirculação de água. As dietas experimentais foram confeccionadas contendo cinco diferentes níveis de inclusão de lisolecitina (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g kg⁻¹) em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. O desempenho produtivo dos juvenis de pirarucu não foi influenciado pela inclusão de lisolecitina na dieta. A composição química dos filés apresentou nível ótimo de inclusão da lisolecitina de 0,751 g kg⁻¹ para incremento da proteína bruta no filé. O extrato etéreo indicou maior deposição lipídica com o aumento de inclusão da lisolecitina. Houve aumento da hemoglobina com a inclusão de lisolecitina na dieta. O colesterol sérico apresentou valores mais baixos no nível de 0,5 g kg⁻¹ de inclusão. A lisolecitina não interferiu na histomorfometria do intestino anterior.

Palavras-chave: aquicultura; fosfolípidios; emulsificante; nutrição animal.

**USE OF LYSOLECITHIN IN THE FEEDING OF JUVENILE PIRARUCU,
Arapaima gigas (SCHINZ, 1822)**

ABSTRACT

The pirarucu (*Arapaima gigas*) is one of the largest fresh water fishes in the world, attaining up to 3 m in length and 200 kg. It has aerial respiration, carnivorous feeding habits and rustic handling under cultivation conditions. The knowledge of the nutritional requirements of fish is essential for successful production, since this area represents most of the costs in pisciculture. Lysolecithin is a lysophospholipid that aids in the emulsification of fats, improving their absorption. Its supplementation can improve fish performance, increasing weight gain and improving feeding conversion. In order to evaluate the effect of lysolecithin on the variables of productive performance, body chemical composition, intestinal morphology and hematology of juvenile pirarucu, an experiment was carried out at the Experimental Station of Almada in the city of Ilhéus-BA, in which 120 pirarucu specimens weighing an average of 3.6 kg were randomly distributed in 15 suspended vinyl tarpaulin tanks (4 m³), maintained in a water recirculation system. The experimental diets were prepared containing five different levels of lysolecithin inclusion (0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 g kg⁻¹) in a completely randomized design with five treatments and three replications. The productive performance of pirarucu juveniles was not influenced by the inclusion of lysolecithin in the diet. The chemical composition of the fillets showed an optimal level of lysolecithin inclusion of 0.751 g kg⁻¹ for an increase in the crude protein in the fillet. The ether extractor indicated greater lipid deposition with increasing inclusion of lysolecithin. There was an increase in hemoglobin with the inclusion of lysolecithin in the diet. Serum cholesterol showed lower values at the 0.5 g kg⁻¹ inclusion level. Lysolecithin did not interfere with foregut histomorphometry.

Keywords: aquaculture; phospholipids; emulsifier; animal nutrition.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
OBJETIVO GERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
REVISÃO DE LITERATURA.....	9
Aquicultura mundial e brasileira	9
Espécie.....	10
Lisolecitina.....	12
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe carnívoro nativo da bacia amazônica, considerado um dos maiores peixes de água doce do mundo (ITUASSÚ et al., 2005). Possui características interessantes para a aquicultura, como boa taxa de crescimento e produtividade em altas densidades e em diferentes sistemas de produção (CAVERO et al., 2004; ITUASSÚ et al., 2005; NÚÑEZ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012). A produção brasileira de pirarucu cultivado em 2020, segundo IBGE (2021), atingiu o total de 1,8 mil toneladas, com grande parte da produção oriunda da região norte do país.

Os lipídios são uma boa fonte energia e de ácidos graxos essenciais, além de atuarem como componente estrutural de membranas celulares. Eles estão envolvidos na absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis e são matérias-primas para síntese hormonal (GHANAWI et al., 2011; YI et al., 2014). Devido sua característica hidrofóbica, a digestão dos lipídios é facilitada por agentes emulsionantes, como os fosfolipídios, que vão reduzir a tensão superficial das moléculas de gordura ao meio aquoso do trato gastrointestinal, aumentando a formação de micelas, melhorando a ação enzimática, digestão e absorção (BALDISSEROTTO, 2002; GUERREIRO NETO et al., 2011).

Os lisofosfolipídios (LPL) são produzidos pela ação da fosfolipase que remove uma molécula de ácido graxo do fosfolipídio, tornando-a mais hidrofílica com uma capacidade emulsificante muito maior (TOCHER et al., 2008). A suplementação de lisofosfolipídios na dieta de peixes é feita com o intuito de favorecer o aproveitamento dos lipídios, sendo observado seus efeitos positivos no desempenho, na composição química e na saúde dos animais (LI et al., 2019; TAGHAVIZADEH et al., 2020; ADHAMI et al., 2021).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho do pirarucu submetido à inclusão de níveis crescentes de lisolecitina (AQUALYSO), bem como efeitos na composição corporal, hematologia e histomorfometria, fornecendo dados base para a aplicação de LPL na dieta de piarucus.

2 OBJETIVO GERAL

-Avaliar o efeito da lisolecitina na alimentação de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*).

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Avaliar o efeito da suplementação de lisina na dieta sobre o desempenho produtivo de juvenis de pirarucu;

-Relacionar a utilização de níveis de lisolecitina com parâmetros hematológicos;

-Verificar a influência do uso da lisolecitina sobre a altura das vilosidades intestinais;

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Aquicultura mundial e brasileira

Os peixes são considerados como uma boa fonte de proteína animal contendo baixo teor de gordura e que fornece vitaminas, minerais e ácidos graxos poliinsaturados importantes para a saúde humana (SARTORI; AMANCIO, 2012). Em 2017, eles representavam cerca de 17% da proteína animal consumida pela população global, segundo a Food and Agriculture Organization - FAO (2018), e este valor tende a aumentar em vista do potencial de crescimento da aquicultura e consequentemente da sua oferta no mercado.

O consumo de pescado vem crescendo a cada ano, em 2017 o consumo per capita mundial foi de 20,3 Kg, com taxa média de 1,5% de aumento ao ano desde 1961. A produção aquícola também segue o mesmo ritmo. Em 2018 foi registrada uma produção de 82,1 milhões de toneladas de peixes pela aquicultura, o que representou 46% de todo o pescado mundial (FAO, 2020).

O continente asiático é o que mais produz peixes no mundo, correspondendo a 88,69% da produção global em 2018, enquanto que nos demais continentes a produção foi de 4,63% nas Américas, 3,75% na Europa, 2,67% no continente africano e 0,25% na Oceania. Não somente na Ásia, mas no mundo inteiro, a China se mantém soberana, com um total de 47 milhões de toneladas produzidas, o equivalente a 57,9% de toda produção aquícola mundial (FAO, 2020).

Em 2020, segundo a Peixe BR (2021), a produção de peixes no Brasil atingiu 802.930 toneladas na aquicultura continental brasileira demonstrando aumento de 5,93% em relação ao ano anterior. O território brasileiro apresenta uma longa faixa litorânea e extensa lâmina de água continental, possuindo cerca de 13% do total da reserva de água doce do mundo. Além de outras características propícias para a produção aquícola, como o clima favorável, o país possui grande diversidade de peixes nativos com potencial de cultivo e comercialização, mão de obra relativamente barata e um mercado consumidor crescente (ROCHA et al., 2013; BRABO et al., 2016).

O estado brasileiro com maior produção de peixes é o Paraná, que em 2020 produziu 172.000 t, seguido de São Paulo (74.600 t) e Rondônia (65.500 t). Por região, o Sul fica na primeira posição (249.802 t), a região Nordeste em segundo lugar (151.240 t), em terceiro o Norte (149.804),

em quarto Sudeste (140.772 t) e na quinta posição temos a região Centro-oeste (111.312 t) (PEIXE BR, 2021).

Embora existam diversas espécies neotropicais viáveis para a produção, a espécie mais produzida no Brasil é exótica (MAGALHÃES; JACOBI, 2017). A tilápia atingiu 486 mil toneladas produzidas em 2020, correspondendo a aproximadamente 60,6% da piscicultura nacional. Os peixes nativos representaram 34,7% e os 10,9% restantes incluem outras espécies (carpa, truta e panga) (PEIXE BR, 2021).

Ater-se a poucas espécies nativas, porém com altos potenciais mercadológicos e técnicos, além de mais adequados aos mercados locais e ecossistemas, seria um viés interessante para a ascensão da aquicultura no país (ROCHA et al., 2013; SAINT-PAUL, 2017). Dentre estas espécies, o pirarucu se classifica como uma alternativa e vem ganhando destaque entre piscicultores e empresas aquícolas brasileiras.

4.2 Espécie

O Pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe nativo da bacia amazônica, pertencente à ordem Osteoglossiforme, família Arapaimidae e gênero *Arapaima* (STEWART, 2013). Considerado um dos maiores peixes de água doce do mundo, podendo atingir o peso de 200Kg e 3 metros de comprimento (REBAZA; ALCÁNTARA; VALDIVIESO, 1999), este peixe é um dos mais consumidos e comercializados em zonas ribeirinhas da região Norte do Brasil, onde tradicionalmente é pescado com a utilização de redes de malha e arpões (ITUASSÚ et al., 2005; CASTELLO; STEWART, 2010; CIPRIANO et al., 2016).

Devido a sobrepesca, a população natural desta espécie está reduzindo em número e tamanho, estando listada no apêndice II da Convention on International Trade in Endangered Species – CITES (2020) como espécie em extinção e seu comércio é realizado de forma estritamente controlada. Acredita-se que a produção do pirarucu em cativeiro induza a redução da pressão pesqueira sobre a população natural deste peixe (NÚÑEZ et al., 2011; NÚÑEZ-RODRÍGUEZ et al., 2018).

Esta espécie realiza respiração aquática através das brânquias e respiração aérea obrigatória que ocorre por meio da bexiga natatória adaptada a realizar trocas gasosas com um sistema

circulatório, o que leva o peixe a subir a superfície respirar oxigênio a cada 10-20 minutos para respirar (CRESCÊNCIO et al., 2005; GONZALEZ et al., 2010).

Seu hábito alimentar é carnívoro, quando jovem se alimenta de invertebrados aquáticos, como moluscos, crustáceos e insetos, e quando adulto passa a se alimentar de peixes menores (ONO; HALVERSON; KUBITZA, 2004; OLIVEIRA; POLETO; VENERE, 2005). A captura das presas ocorre por meio do movimento de sucção com a boca, mediante pressão negativa causada pela oclusão do opérculo (REBAZA; ALCÁNTARA; VALDIVIESO, 1999; SEBRAE, 2013). Apresenta estômago musculoso e distensível possibilitando o armazenamento de grande volume de alimento. Este órgão pode ser dividido em duas porções distintas: uma porção pregueada e de coloração mais rósea (estômago enzimático e corpo) e uma porção mais musculosa com coloração amarelada (estômago mecânico e piloro). O intestino é característico das espécies carnívoras, relativamente curto, tendo sua área de absorção de nutrientes ampliada pela presença de cecos pilóricos na porção inicial do intestino, subsequente ao esfíncter pilórico (FRACALOSSO; CYRINO, 2013).

Quanto às características positivas para seu cultivo, o pirarucu apresenta crescimento rápido e excelente ganho de peso, alcançando até 10 Kg em um ano de cultivo (IMBIRIBA, 2001; CASTELLO; STEWART, 2010). Além disso, apresenta rusticidade ao manejo produtivo, suportando baixos níveis de oxigênio dissolvido na água e altas densidades de estocagem (SCORVO-FILHO et al., 2004; NÚÑEZ-RODRÍGUEZ et al., 2018), aceitação a alimentos artificiais e boa conversão alimentar, além de não manifestar canibalismo na fase juvenil quando bem manejado (CIPRIANO et al., 2016), propriedades interessantes para a piscicultura intensiva.

O rendimento de filé deste peixe pode chegar a 50% (FOGAÇA *et al.*, 2011). Sua carne é de excelente qualidade, de cor rósea, possui sabor agradável, além de não apresentar espinhos intramusculares, justificando o fato de ser um produto tão apreciado no Norte do país, principalmente (ITUASSÚ et al., 2005), com elevada demanda e valor no mercado (CASTELLO, 2004).

O pirarucu pode ser cultivado em diferentes sistemas, como em viveiros escavados, barragens (HALVERSON, 2013) e em tanques-rede, visto que a espécie demonstra boa adaptação

ao confinamento, com rápido crescimento e ganho de peso, atingindo elevados níveis de produtividade (CAVERO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012; SEBRAE, 2013).

Sua produção se concentra principalmente na região Norte do Brasil, porém, seu cultivo vem ganhando força e despertando novos criadores, como nas regiões Centro-Oeste e Nordeste. Em 2020, segundo IBGE (2021), a sua produção atingiu o total de 1,8 mil toneladas de pirarucu em todo o país e atualmente Rondônia é o estado que mais produziu, com 54,37% da produção total no mesmo ano. Porém, se comparada a outras produções aquícolas, como a do tambaqui que totalizou em 102,55 mil toneladas, por exemplo, sua expressividade ainda é baixa.

Apesar de ser um potencial para a aquicultura, sua produção vem esbarrando em alguns entraves tecnológicos, principalmente sobre o controle de sua reprodução em cativeiro, o que causa preços de alevino elevados e sua baixa oferta no mercado dificultando a cadeia produtiva (CAMPOS; ONO; KUBITZA, 2012). E tendo em vista o perfil alimentar deste peixe e os custos elevados para a produção de rações para peixes carnívoros, o conhecimento nutricional é de grande importância para o cultivo da espécie. Desta forma, trabalhos recentes têm sido desenvolvidos a fim de elucidar os obstáculos desta atividade (MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2017; LUZ et al., 2019; RAMOS et al., 2020).

4.3 Lisolectina

Os lipídios são macronutrientes importantes na alimentação animal por serem fonte eficiente de energia além de fornecer ácidos graxos essenciais, fosfolipídios, esteróis e vitaminas lipossolúveis necessários para o bom funcionamento dos processos fisiológicos e manutenção da estrutura biológica e função das membranas celulares (TOCHER et al., 2008; GHANAWI et al., 2011). Além disso, podem contribuir com a redução do uso de proteína dietética diminuindo a liberação de compostos nitrogenados para o meio (BROMLEY, 1980).

Por apresentarem insolubilidade em meio aquoso, a digestão e absorção dos lipídios só ocorre com a ação sinérgica de sais biliares, fosfolipídios e lipase pancreática. Ao passar pelo estômago os glóbulos de gordura sofrem ação mecânica e se transformam em gotículas que vão para o intestino. Neste compartimento o tamanho das gotículas deve ser ainda menor, então os produtos biliares com sua ação detergente, reduzem a tensão superficial das gotículas que se dividem e diminuem ainda mais. As gotículas agora emulsificadas possibilitam a ação da lipase

pancreática, que hidrolisa as moléculas de triglicerídeos em ácidos graxos e monoglicerídeos. Os produtos derivados da lipólise e ácidos biliares formam as micelas. As micelas são pequenos aglomerados hidrossolúveis que permitem a difusão dos lipídios através do lúmen intestinal para os enterócitos (BALDISSEROTTO, 2002; GUERREIRO NETO et al., 2011).

Os fosfolipídios são agentes tensoativos, ou surfactantes, caracterizados por sua natureza anfipática. Em sua estrutura apresentam uma extremidade hidrofóbica de ácidos graxos, com maior afinidade lipídica (não polar), ligada por meio de um glicerol a outra parte hidrofílica composta por um grupo fosfato, com maior afinidade com o meio aquoso (polar). Como os fosfolipídios possuem essa ação facilitadora na digestão de lipídios, eles são comumente utilizados na suplementação de dietas para animais (TOCHER et al., 2008).

A lecitina é uma fonte de fosfolipídios muito utilizada na indústria alimentícia e na suplementação de dietas para animais. A lisolecitina, também chamada de lisofosfadilcolina (LPC), é um lisofosfolipídio (LPL) derivado da lecitina. A lecitina sofre remoção do ácido graxo na posição dois da molécula de glicerol por meio de hidrólise catalisada pela enzima fosfolipase A₂, mudando a estrutura esteroquímica do fosfolipídio em lisofosfolipídios (JOSHI; PARATKAR; THORAT, 2006; LI et al., 2019). Esta transformação também ocorre naturalmente no lúmen do intestino, pois os fosfolipídios secretados pela bile são convertidos a lisofosfolipídios pela ação da fosfolipase liberada pelo pâncreas (KARRAY et al., 2011).

Os lisofosfolipídios apresentam balanço hidrofílico-lipofílico muito maior em relação aos fosfolipídios, com isso, a capacidade de emulsificação é considerada cinco vezes maior do que a lecitina. Além da capacidade de manter sua propriedade emulsificante sob condições de temperatura elevada e baixo pH e melhor estabilidade oxidativa (VAN NIEUWENHUYZEN; TOMÁS, 2008; ROY et al., 2010; LIU; MA, 2011).

Os LPL sintéticos geralmente são produzidos comercialmente a partir da lecitina hidrolisada de soja, girassol ou gema de ovo para a alimentação animal (GUNSTONE, 2002; STAUFFER; AMBIGAIPALAN; SHAHIDI, 2020). Estes aditivos são comumente utilizados nas produções comerciais de suínos, aves e peixes.

As dietas para peixes não requerem a presença de emulsificantes, mas a sua suplementação na formulação pode melhorar a emulsificação lipídica e auxiliar a digestão após o consumo. Em

consequência, há maior aproveitamento dos lipídios da dieta, melhor desempenho de crescimento dos animais e também possibilita reduzir o teor de lipídios na ração (WANG et al., 2016; ZHAO et al., 2017; LI et al., 2019).

Taghavizadehet *al.* (2020) observaram aumento de crescimento e consumo de ração pela adição de 2 g kg⁻¹ de LPL à dieta da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) constatando que houve melhora na taxa de fluxo de macromoléculas através da membrana celular e alteração na permeabilidade da membrana com maior biodisponibilidade, e também maior palatabilidade da dieta.

Em um estudo com *Scophthalmus maximus* L. avaliando quatro diferentes níveis de LPL e uma dieta controle, observou-se o melhor desempenho de crescimento dos peixes reforçando a eficiência do coeficiente de utilização de lipídios (LI et al., 2019). Os autores concluíram que a adição entre 1000 e 5500 mg kg⁻¹ nas dietas tiveram o mesmo efeito, mas que a quantidade ideal calculada seria de 870,37 mg kg⁻¹ de LPL.

Liu *et al.* (2020) testaram por 10 semanas cinco níveis de lisolecitina (0, 125, 250, 375 e 500 mg kg⁻¹) na dieta para bagres (*Ictalurus punctatus*) para avaliar o desempenho de crescimento, eficiência alimentar e respostas metabólicas. Neste estudo, a suplementação de 250 mg kg⁻¹ de lisolecitina na dieta aumentou significativamente a utilização da ração, as atividades da lipase gastrointestinal, o teor de proteína corporal e a capacidade antioxidante além de diminuir a deposição de lipídios corporal e hepática.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, conforme protocolo nº011/21, aprovado dia 27 de agosto de 2021.

O experimento foi desenvolvido no Setor de Piscicultura da Estação Experimental do Almada (UESC), localizada na zona rural do município de Ilhéus-BA, por um período de 8 semanas. Foram distribuídos 120 juvenis de pirarucu com peso inicial médio de $3,7 \pm 0,53$ kg em 15 tanques circulares de lona vinílica com capacidade de 4000 L, em um sistema de recirculação de água utilizando bomba, com filtro biológico e aeração constante por meio de soprador. Cada tanque correspondeu a uma unidade experimental e os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições com 8 peixes por tanque.

Para manutenção da qualidade da água, foi realizada uma descarga diária de 0,2% da água para eliminação dos resíduos decantados na parte inicial do filtro e a reposição garantida por bombeamento de água proveniente de uma represa. Além disso, também era realizada frequentemente a limpeza do filtro biológico com esgotamento total do mesmo e retirada de material orgânico.

Os parâmetros da água foram avaliados semanalmente sendo a temperatura, oxigênio dissolvido e o pH, aferidos com auxílio de sonda multiparamétrica digital (YSI) nos locais de entrada e saída de água. A temperatura média durante o período experimental foi de $28 \pm 1,29$ °C, o oxigênio dissolvido $6,17 \pm 1,84$ mg l⁻¹, pH $8,18 \pm 0,22$. Os parâmetros não diferiram entre os tratamentos e se mostraram adequados para a espécie (CAVERO et al., 2004; NÚÑEZ et al., 2011).

Os peixes foram submetidos a um período de adaptação às condições experimentais durante uma semana, alimentados três vezes ao dia, com ração comercial extrusada (4 mm) com 40% de proteína bruta (PB), específica para peixes carnívoros. A dieta experimental foi isoprotéica e isocalórica baseada em estudos de digestibilidade do nosso laboratório (CIPRIANO et al., 2015; CIPRIANO et al., 2016) formulada com auxílio do programa SUPER CRAC® (Tabela 1) e confeccionada pela empresa Pratigi Alimentos (Castro Alves, Ba).

Após o processo de extrusão, as rações foram suplementadas de forma "on top" com quatro níveis de Aqualyso® (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 g kg⁻¹) associada a 5% de óleo de soja, além do tratamento controle isento do aditivo. Aqualyso® é um bioemulsificante natural à base de lisofosfolipídios, tendo como um dos seus principais agentes a lisolecitina. Segundo o fabricante (Adisseo), possui alta concentração de liso e fosfolipídios (>40%) e componentes ativos (lisofosfolipídios > 6,5%). A ração foi distribuída em diferentes recipientes correspondendo cada um à sua unidade experimental e fornecida aos peixes três vezes ao dia (8:00h; 11:00h e 15:00h) até saciedade aparente.

Tabela 1. Composição centesimal e composição química das rações experimentais.

Ingredientes %	Inclusões de Lisolecitina (g kg ⁻¹)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Farelo de soja 45%	27,40	27,40	27,40	27,40	27,40
Farelo de glúten de milho 60%	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha de peixe 55%	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50
Farinha de carne e ossos 45%	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10
Farinha de vísceras de aves	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10
Farelo de trigo	15,7	15,7	15,5	15,2	15
Fubá de milho	7,3	6,8	6,5	6,3	6
Óleo de soja	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aqualyso®	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Premix vit-min ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,287	0,287	0,287	0,287	0,287
Antifúngico	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Antioxidante	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Ácido ascórbico (vit. C) 35	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Total	100	100	100	100	100
Composição química analisada					
Matéria seca (%)	91,20	91,14	91,07	91,16	91,09
Proteína bruta (%)	41,57	41,64	40,18	42,32	41,82
Extrato etéreo (%)	8,09	8,15	8,12	8,1	8,16
Cinzas (%)	8,11	8,07	8,21	8,15	7,98
Energia bruta Kcal kg ⁻¹	4598	4652	4647	4596	4602

¹Premix vitamínico mineral (composição/ kg do produto): vit. A = 6.000.000 IU; vit. D3 = 2.250.000 IU; vit. E = 75.000 mg; vit. K3 = 3.000 mg; vit. tiamina = 5.000 mg; riboflavina = 10.000 mg; vit. piridoxina = 8.000 mg; Biotina = 2000 mg; vit. 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; Co = 15.000 mg; Co = 2000 mg; se = 400 mg.

Foram realizadas biometrias dos animais no início e ao final do experimento, com auxílio de balança (0,01 kg) e bolsas plásticas para contenção dos animais. Estes parâmetros associados ao

consumo de ração durante o período experimental, foram utilizados para calcular as seguintes variáveis de desempenho produtivo:

- Ganho de peso (GP) = (Peso corporal final - Peso corporal inicial);

- Conversão alimentar (CA) = (Consumo da ração consumida / Ganho de peso);

- Taxa de Crescimento Específico (TCE) = $100 \times [(\ln \text{ peso final médio} - \ln \text{ peso inicial médio}) / \text{tempo}]$; e

- Sobrevivência (SOB) = $[(\text{Número de peixes ao final do experimento} / \text{Número de peixes no início do experimento}) \times 100]$.

Ao final do período experimental um peixe por repetição foi aleatoriamente selecionado com auxílio de puçá para colheita de sangue, fragmento do intestino anterior e amostra de filé. O sangue foi colhido por punção cardíaca utilizando seringa de 5 ml e dividido em duas partes, uma para tubo contendo EDTA 10% para eritrograma, e outra para tubo com acelerador de coágulo. Foi realizada a contagem de hemácias, a determinação do hematócrito, foi realizada através da técnica de microhematócrito, com as amostras de sangue centrifugadas (12.000 rpm por 5 minutos) em tubos microcapilares heparinizados, utilizando a microcentrífuga Micro Spin®. A hemoglobina foi quantificada por método calorimétrico utilizando espectrofotômetro. Já o plasma sanguíneo foi utilizado para quantificação das concentrações triglicérides e colesterol, realizada através da técnica de refletância, utilizando o equipamento Reflotron Plus® (Roche).

Os peixes foram dissecados com auxílio de bisturi e o intestino delgado foi seccionado utilizando tesoura e coletada uma amostra de 1 cm aproximadamente da porção proximal do órgão. As amostras foram fixadas em formol tamponado a 10% e posteriormente levadas ao Laboratório de Histopatologia da UESC, no qual passaram por lavagens em álcool 70% (para a remoção total do fixador), posteriormente foram submetidas às técnicas de rotina, como desidratação em concentrações crescentes de álcool (70 - 100%), diafanização em concentrações crescentes de xilol (70 - 100%) e inclusão em parafina (50°C). Depois seccionadas na espessura de 6 µm com auxílio de um micrótomo (Leica RM 2245) e em seguida coradas com Hematoxilina-eosina (H-E). As lâminas obtidas foram analisadas na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, e fotografadas utilizando uma câmera digital acoplada a um microscópio óptico Olympus BX41. As mensurações das alturas das vilosidades intestinais foram realizadas utilizando o programa Image-Pro Plus 5.2 (Media Cybernetics).

Para avaliação do rendimento de filé, os peixes amostrados foram identificados e

armazenados em caixa contendo gelo picado e transportados para uma indústria de beneficiamento de pescado com selo de inspeção federal. Neste local os peixes foram eviscerados e filetados manualmente por profissionais experientes. Os filés separados, após serem pesados, foram dispostos em caixas plásticas identificadas e seguiram para o congelamento. Uma amostra de cada filé foi destinada a análise bromatológica para a determinação de matéria seca, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo, seguindo as normas da AOAC (2016).

As análises de matéria seca, cinzas e energia bruta foram realizadas nos laboratórios AQUANUT e LABNUT da UESC. As amostras foram submetidas a estufa com circulação e renovação de ar na temperatura de 55°C por 48h obtendo-se amostra seca ao ar (ASA), em seguida foram reduzidas a amostras de aproximadamente 1g e colocadas em estufa a 150°C por 24h para obtenção da amostra seca em estufa (ASE) e cálculo da matéria seca definitiva. Em seguida, estas amostras seguiram para mufla a 600 °C por 4h para determinação do teor de cinzas. A determinação da energia bruta foi realizada com uso de bomba calorimétrica (Modelo IKA C200). A proteína bruta foi determinada por meio do método Kjeldahl e extrato etéreo utilizando o método de Soxhlet.

Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), quando necessário foi utilizado um método de transformação de dados. Em seguida, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em nível de 5% de significância. Os efeitos dos níveis de lisolecitina sobre as variáveis de parâmetros bromatológicos, hematológicos foram verificados mediante o uso de modelos de regressão linear e quadrática, com auxílio do programa estatístico R Development Core Team (2011).

5 RESULTADOS

A inclusão da lisolecitina em dietas para juvenis de pirarucu não influenciou ($p < 0,05$) nos parâmetros de desempenho produtivo (Tabela 2). Os peixes apresentaram ganho de peso médio de 1,85 kg em 60 dias, o que se aproxima dos valores em condições de produção comercial da espécie.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Parâmetro	Níveis de Lisolecitina (g kg ⁻¹)						CV (%)	P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0			
Peso inicial (kg)	3,42	3,62	3,69	3,76	3,54	2,37	0,33	
Peso final (kg)	5,50	5,58	5,44	5,44	5,34	1,6	0,54	
Ganho de peso (kg)	1,78	1,96	1,75	1,68	1,80	8,61	0,34	
Consumo alimentar (kg)	2,50	2,64	2,59	2,56	2,56	1,93	0,51	
Conversão alimentar	1,40	1,36	1,48	1,53	1,43	6,91	0,46	
Taxa de cresc. específico (%)	0,65	0,72	0,65	0,61	0,68	6,03	0,35	
Rendimento de filé (%)	37,35	37,80	36,62	35,38	36,96	2,49	0,55	
Sobrevivência (%)	95,83	95,83	100	100	100	2,32	0,58	

Nível de significância ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variação.

Com relação à composição química corporal, os teores de matéria seca, cinzas e energia bruta não diferiram ($p > 0,05$) entre os tratamentos e o controle. A proteína bruta apresentou um efeito quadrático com nível ótimo de inclusão do aditivo de 0,751 g kg⁻¹. O extrato etéreo dos juvenis de pirarucus apresentou um efeito linear crescente, de acordo com ao aumento da inclusão da lisolecitina na ração (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da composição química corporal de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Parâmetro	Níveis de Lisolecitina (g kg ⁻¹)						CV (%)	P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0			
Matéria seca (%)	20,35	19,92	20,62	20,71	20,92	1,88	0,083	
Proteína bruta (%)**	83,84	85,43	84,89	84,71	79,42	2,91	0,005	
Extrato etéreo (%)*	2,81	3,56	4,08	4,58	8,14	44,55	0,037	
Cinzas (%)	5,10	4,92	5,45	5,17	4,84	4,65	0,611	
Energia bruta kcal kg ⁻¹	5277	4423	5416	5332	4647	8,99	0,213	

Nível de significância ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variação. Análise de regressão. *Efeito linear ($p \leq 0,05$). **Efeito quadrático ($p \leq 0,05$). Proteína Bruta = $(-3,83x^2 + 5,75x + 83,65; R^2 = 0,92)$; Extrato Etéreo = $(Y = 2,33x + 2,30; R^2 = 0,79)$;

A contagem de hemácias, o hematócrito e o teor de triglicerídeos no sangue não

apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

A suplementação da lisolecitina influenciou ($p < 0,05$) os teores de hemoglobina e colesterol no sangue. A concentração de hemoglobina apresentou um efeito quadrático, com nível ótimo de $0,764 \text{ g kg}^{-1}$. Os dados do colesterol geraram um efeito, sem uma resposta muito precisa quanto ao uso da lisolecitina nas dietas. Entretanto, essa tendência foi semelhante para extrato etéreo, onde foi observado menores valores desse parâmetro nos tratamentos controle e com inclusão de $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ de lisolecitina, e em seguida um aumento nos tratamentos de maior inclusão (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros hematológicos de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Parâmetro	Níveis de Lisolecitina (g kg^{-1})						P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	CV (%)	
Hemácias (%)	1,90	1,93	1,88	1,90	1,97	1,85	0,448
Hematócrito	28,33	29,55	28,63	28,80	30,23	2,65	0,276
Hemoglobina (g dL^{-1})*	10,50	10,55	10,20	10,50	11,16	3,34	0,039
Colesterol (mg dL^{-1})**	219,06	144,0	226,76	228,10	233,57	17,78	0,005
Triglicerídeos (mg dL^{-1})	318,50	386,10	336,87	355,60	350,23	7,15	0,921

Nível de significância ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variação. Análise de regressão. *Efeito quadrático ($p \leq 0,05$). **Efeito cúbico ($p \leq 0,05$). Hemoglobina = $(0,53x^2 - 0,81x + 10,59; R^2=0,83)$; Colesterol = $(-73,84x^3 + 238,15x^2 - 173,68x + 215,65)$.

A altura das vilosidades da porção proximal dos intestinos analisados não foi influenciada pelo nível de inclusão de lisolecitina na dieta (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da altura das vilosidades intestinais de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Parâmetro	Níveis de Lisolecitina (g kg^{-1})						P-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	CV (%)	
Intestino proximal (μm)	340,14	247,97	300,69	302,80	278,81	11,53	0,84

Nível de significância ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variação. Análise de regressão.

6 DISCUSSÃO

A suplementação de emulsificantes na dieta de peixes vem demonstrando resultados positivos com melhor desempenho de crescimento dos animais. A lisolecitina pode emulsificar gorduras e aumentar a atividade da lipase para digerir gotículas de lipídios, melhorando assim o desempenho do crescimento. Entretanto, para o pirarucu na faixa de peso estudada não foram evidenciadas diferenças significativas nos parâmetros de desempenho entre os diferentes níveis de lisolecitina nas dietas testadas. Este resultado difere de trabalhos anteriores, que mostraram que a suplementação da dieta com emulsificante pode melhorar o desempenho de crescimento de várias espécies de peixes, incluindo o bagre do canal, *Ictalurus punctatus*, (LIU et al., 2020); truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (ADHAMI et al., 2021) e pregado, *Scophthalmus maximus L.* (LI et al., 2019).

A conversão alimentar dos peixes (1,4) foi baixa em relação a outros trabalhos que utilizaram a mesma espécie (ITUASSÚ et al., 2005; LIMA et al., 2021; MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2017). Segundo Bicudo *et al.* (2012) a taxa de conversão alimentar de 2.0 para peixes carnívoros é considerado apropriado para a cultura. Esse resultado positivo pode estar associado a formulação de uma dieta balanceada, utilizando dados nutricionais de energia e proteína digestíveis adequados para a espécie (CIPRIANO et al., 2015; CIPRIANO et al., 2016).

A taxa de crescimento específico apresentou valores entre 0,61 e 0,72% dia⁻¹, semelhantes ao reportado por Lima *et al.* (2021) (0,66 % dia⁻¹) em pirarucus com peso inicial médio de 4,35 kg em um período de 160 dias. Em contrapartida, foram inferiores ao descritos por Ituassú *et al.* (2005) (1,5- 2,4% dia⁻¹); Rodrigues *et al.* (2019) (1,5 – 1,9% dia⁻¹) e Oliveira *et al.* (2012) (2,25% dia⁻¹). Porém, nestes trabalhos os peixes estavam em fases diferentes e peso inicial menor (120; 14; e 120 g), e provavelmente esta diferença se deve ao fato de que à medida que crescem os peixes apresentam uma redução na TCE (JOBILING, 1985; SUN; CHEN, 2014; SUNDE et al., 1998).

O filé é considerado o tipo de corte mais vendido, com maior aceitação entre os consumidores. O rendimento médio de filé foi de 36,82%, considerando apenas a musculatura sem pele. Este resultado foi próximo ao observado por Magalhães Júnior *et al.* (2017), com peixes pesando em torno de 4 kg. Em contrapartida, Oliveira *et al.* (2014) estudando peixes de 6-9 kg de peso vivo, observaram valores superiores de 41,41%. De acordo com Fogaça *et al.* (2011) o

rendimento de filé pode chegar a 50% para pirarucus de 7 a 16 kg e geralmente, peixes apresentam rendimento variando entre 30 a 50%.

O teor bruto de lipídios na musculatura demonstrou aumento com o uso do LPL na dieta, isso pode estar relacionado às propriedades emulsificantes do LPL, que poderia melhorar a absorção de lipídios. Os emulsificantes facilitam a quebra de grandes glóbulos de gordura em gotículas microscópicas e formam um ambiente hidrofílico enquanto aumentam a superfície ativa das gorduras onde ocorre a atividade da lipase (AL-MARZOOQI; LEESON, 1999), sendo a digestão dessa enzima facilitada ao atingir as moléculas de gordura (MALDONADO - VALDERRAMA *et al.*, 2011). Portanto, os emulsificantes têm sido usados em rações para organismos aquáticos para superar restrições (temperatura) e melhorar a digestão de lipídios (ADHAMI *et al.*, 2017). Alguns efeitos do uso desses tipos de aditivos em peixes podem melhorar a digestão e a deposição dos lipídios em truta arco-íris e tilápia do Nilo (TAGHAVIZADEH *et al.*, 2020; EL-SAYED; TAMMAM; MAKLED, 2021).

Embora a deposição de gordura estar relacionada à concentração de lipídios nas dietas, o nível ótimo (máximo) não está claramente definido, principalmente se forem considerados aspectos relacionados à qualidade do produto final (filé ou músculo). Um maior nível de gordura na carne pode promover maior suculência e capacidade de retenção de água, porém, devido ao elevado índice de insaturação, a gordura de peixe é susceptível a oxidação levando a alterações organolépticas (rancificação) diminuindo a vida útil do produto (BOSCOLO *et al.*, 2004; PESCADOR, 2006).

Os ácidos graxos insaturados presentes na gordura do pescado são mais propensos ao processo de oxidação, quanto mais elevado o grau de insaturação, mais rápido ele ocorre. A oxidação ocorre a partir da presença de radicais livres que vão reagir com a cadeia hidrocarbonada do ácido graxo formando um peróxido. Este peróxido reagirá sobre outra cadeia hidrocarbonada extraindo hidrogênios e originando um hidroperóxido. A cadeia carbonada da qual os hidrogênios foram extraídos agirá como novo peróxido, perpetuando o ciclo. Estas reações vão gerar, além de peróxidos e hidroperóxidos, aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos, que são responsáveis pelo característico odor de ranço (GONÇALVES; SOUZA-SOARES, 1998; CONEGLIAN *et al.*, 2011; WÓJCIAK; DOLATOWSKI, 2012).

Reis (2015), ao avaliar os teores de lipídios na carne de pirarucus provenientes de ambiente natural e de cativeiro, verificou gordura corporal entre 1,99 % a 4,13 %. O autor ressalta que a

maior concentração lipídica corporal está relacionada ao acúmulo de gordura da cavidade celomática, sendo uma região de proteção dos órgãos vitais dos animais. Neste estudo os níveis de gordura corporal ou extrato etéreo apresentaram valores entre 2,81 a 8,14%.

A proteína bruta dos filés de pirarucu apresentou efeito após o uso da lisolecitina, indicando o uso do nível ótimo do aditivo de 0,751 g kg⁻¹. Os valores de PB observados neste experimento variaram de 79,42 a 85,43%, valores elevados quando comparamos com outros estudos com pirarucus em fase juvenil, utilizando diferentes aditivos na ração, e variando entre 25,8 até 64,36% (MARTINS; MARTINS; PENA, 2017; CAVALI *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2021).

Em estudo com truta arco-íris, Adhami *et al.* (2021) encontraram resultados semelhantes para os teores de proteína bruta nos filés. Foi observado um equilíbrio entre proteína e gordura corporal em cada grupo, aumentando a gordura e diminuindo a proteína nos mesmos tratamentos. Parece que houve uma utilização da proteína dietética para a produção de energia enquanto que os lipídios foram depositados no tecido (MOYA-FALCÓN *et al.* 2004).

Para o *Scophthalmus maximus* que é uma espécie com alto valor comercial nos mercados Asiáticos e Europeus, o uso da lisolecitina (de 1 a 5,5 g kg⁻¹) não promoveu diferenças nos valores de proteína bruta nos filés, que ficaram entre 142 a 148 g kg⁻¹ (LI *et al.*, 2019). Enquanto a utilização de 0,25 g kg⁻¹ lisolecitina em dietas para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) por 10 semanas de alimentação resultou em incremento na proteína corporal dos peixes (LIU *et al.*, 2020).

A análise hematológica é uma ferramenta fácil e útil para o monitoramento do estado de saúde dos peixes e pode fornecer informações necessárias e confiáveis sobre o estado de estresse, distúrbios metabólicos, deficiências nutricionais e mecanismos de adaptação às variações ambientais (BEZERRA *et al.*, 2014; MAKLED *et al.*, 2017). Em relação aos valores hematológicos do pirarucu, somente colesterol e hemoglobina foram influenciados pelo uso da lisolecitina nas dietas.

No estudo de Adhami *et al.* (2017) e Liu *et al.* (2020), a lisolecitina provocou a diminuição do nível de colesterol em trutas arco-íris e bagre, respectivamente. Neste estudo o teor de colesterol no sangue não apresentou uma tendência regular com o aumento da inclusão de lisolecitina, mas o valor mais baixo foi observado no tratamento com 0,5 g kg⁻¹. A suplementação do emulsificante na dieta pode levar a uma menor síntese de ácidos biliares, causando menor necessidade de reabsorção de colesterol, um componente importante da bile (WANG; COHEN; CAREY, 2009).

O colesterol é um lipídio importante para a manutenção das funções fisiológicas dos peixes,

pois ele serve como precursor de muitos compostos fisiologicamente ativos, como hormônios sexuais, corticoides adrenais, ácidos biliares e vitamina B, além de ser um componente de membrana celular (KORTNER et al., 2014; LUO; YANG; SONG, 2020).

O colesterol presente no plasma pode ser de fonte exógena, da dieta, ou endógena, pela biossíntese no fígado. Logo, o tipo de ingrediente e a quantidade de lipídios na dieta pode causar alterações na concentração de colesterol plasmático (DENG et al., 2013; JIANG et al., 2015; ZHU et al., 2014). Neste estudo, o aumento dos lipídios disponíveis para absorção pode ser a causa do aumento de colesterol plasmático nos tratamentos com níveis maiores de lisolecitina. Para um melhor entendimento sugere-se realizar novos estudos avaliando também as concentrações das lipoproteínas responsáveis por carrear esta molécula de gordura (HDL, LDL) para melhor entendimento.

A concentração de hemoglobina foi influenciada com a inclusão da lisolecitina, atingindo maiores valores ($11,16 \text{ g dL}^{-1}$) no tratamento com $2,0 \text{ g kg}^{-1}$. Drumond *et al.* (2010) e Tavares-Dias (2007) observaram para juvenis de pirarucu valores médios basais de hemoglobina entre $8,2 \pm 0,6$ e $10,4 \pm 1,0$, respectivamente. A hemoglobina é uma proteína presente nos eritrócitos, sua principal função é transportar oxigênio para os tecidos. Em peixes, seu aumento pode ocorrer em situações de hipóxia, uma resposta metabólica do organismo para contornar a baixa disponibilidade de oxigênio (NIKINMAA, 2003; SOUZA; BONILLA-RODRIGUEZ, 2007).

As alterações nos parâmetros hematológicos estão de acordo com El-Sayed *et al.* (2021) que em estudo com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com níveis crescentes de emulsificante a base de lisofosfolipídios, observaram elevação de alguns dos parâmetros sanguíneos utilizando os níveis $0,3$ e $0,6 \text{ g kg}^{-1}$ do aditivo. Resultados semelhantes foram relatados para o esturjão-estrelado (*Acipenser stellatus*), no qual a lecitina dietética exógena elevou todos parâmetros sanguíneos (JAFARI et al., 2018).

A contagem de hemácias ($1,88$ a $1,97\%$) e o hematócrito ($28,33$ a $30,23 \%$) não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Estes valores foram semelhantes aos observados por Ramos *et al.* (2020) e Luz *et al.* (2019) trabalhando com a mesma espécie. O teor de triglicerídeos também não apresentou alteração, com valores variando de $318,5$ a $386,1 \text{ mg dL}^{-1}$. Estes valores estão de acordo ao encontrados em outros trabalhos com pirarucu. O nível médio de triglicerídeos encontrados por Drumond *et al.* (2010), de $397,6 \pm 185,9 \text{ mg dL}^{-1}$ para juvenis de pirarucu e Tavares-Dias *et al.* (2007), observaram um valor de $308,1 \pm 140,2 \text{ mg dL}^{-1}$ para alevinos desta espécie.

O estudo da histomorfometria intestinal dos peixes permite inferir a respeito da saúde digestiva e capacidade de absorção de nutrientes (SEIXAS FILHO et al., 2001). Os lisofosfolípidios aumentam a disponibilidade de nutrientes e podem causar alterações na espessura do epitélio da mucosa e nas suas vilosidades. Os níveis de LPC testados não influenciaram na altura das vilosidades ($p > 0,05$) da porção proximal do intestino dos pirarucus. Este resultado difere de Taghavizadeh *et al.* (2020) para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), ($134,23 \pm 0,68$ a $200,30 \pm 1,57$ g); e El-Sayed *et al.* (2018) para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), ($146 \pm 1,53$ a $194,62 \pm 2,36$ g). Ambos observaram que o uso crescente de emulsificante na dieta causou alterações na mucosa intestinal, melhorando a absorção e melhor desempenho dos peixes.

7 CONCLUSÃO

O desempenho produtivo dos juvenis de pirarucu de 3,5 a 5,5 kg de peso vivo não foi influenciado pela inclusão de lisolecitina na dieta. A composição química dos filés de pirarucu apresentou nível ótimo de inclusão da lisolecitina de 0,751 g kg⁻¹ para um incremento da proteína bruta no filé. Com relação ao extrato etéreo, este indicou maior deposição lipídica na musculatura conforme aumento do nível de inclusão da lisolecitina. A inclusão de lisolecitina a 2,0 g kg⁻¹ promoveu aumento na hemoglobina sanguínea, e o colesterol apresentou redução no nível de 0,5 g kg⁻¹ do aditivo.

REFERÊNCIAS

- ADHAMI, B.; Amirkolaie, A. K.; Oraj, H.; Kenari, R. E. Growth performance, nutrient digestibility and lipase activity in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed fat powder in diet containing emulsifiers (cholic acid and Tween-80). **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1153–1159, 1 out. 2017.
- ADHAMI, B.; Amirkolaei, A. K.; Oraj, H; Kazemifard, M; Mahjoub, S. Effects of lysophospholipid on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth, biochemical indices, nutrient digestibility and liver histomorphometry when fed fat powder diet. **Aquaculture Nutrition**, v. 27, n. 6, p. 1779–1788, 1 dez. 2021.
- AL-MARZOOQI, W.; LEESON, S. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. **Poultry Science**, v.78, n.11, p. 1561–1566, 1999.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry, **Official methods of Analyses**. Ed. 16, Arlington, 2016.
- BEZERRA, R. F. SOARES, M. C. F.; SANTOS, A. J. G.; CARVALHO, E. V. M. M.; COELHO, L. B. B. Seasonality influence on biochemical and hematological indicators of stress and growth of pirarucu (*Arapaima gigas*), an Amazonian air-breathing fish. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014.
- BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.
- BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. Possebon. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 4, p. 486-495, 2009.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; WOLFF, L. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 26, n. 4, p. 443-447, 2004.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; & VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.
- BROMLEY, P. J. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture**, v. 19, n. 4, p. 359–369, 1 abr. 1980.
- CAMPOS, J. L.; ONO, E.; KUBITZA, F. Aquaculture Of Amazon Fish In Latin America. **Global Aquaculture Advocate**, n. February, p. 56–58, 2012.

CASTELLO, L. A Method to Count Pirarucu *Arapaima gigas*: Fishers, Assessment, and Management. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 24, p. 379–389, 2004.

CASTELLO, L.; STEWART, D. J. Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, n. 1, p. 49–56, fev. 2010.

CAVALI, J.; NUNES, C. T.; DANTAS FILHO, J. V.; NÓBREGA, B. A.; PONTUSCHKA, R. B.; SOUZA, M. L. R.; PORTO, M. O. Chemical composition of commercial cuts of pirarucu (*Arapaima gigas*) processed in different weight classes in the Western Amazon. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.4, p.616-626, 2021.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.38, n.6, p. 723-728, 2003.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Tolerance of pirarucu juveniles to increasing ammonia concentration in a closed environment **Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília**. v.39, n.5, p.513-516, 2004.

CIPRIANO, F. S.; LIMA, K. S., PASSINATO, É. B., JESUS, R. M., MAGALHÃES JÚNIOR, F. O., TELES-TONINI, W. C.; BRAGA, L. G. T. Apparent digestibility of energetic ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 43, n. 4, p. 786-791, 2015.

CIPRIANO, F. S.; LIMA, K. S. D.; SOUZA, R. H. B. D.; TONINI, W. C. T.; PASSINATO, É. B.; BRAGA, L. G. T. Digestibility of animal and vegetable protein ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 10, p. 581–586, 2016.

CONEGLIAN, S. M.; SILVA LIMA, B.; SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. Utilização de antioxidantes nas rações. *PubVet*, v. 5, p. Art. 1019-1026, 2011.

CONVENÇÃO SOBRE O COMÉRCIO INTERNACIONAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO - CITES. Disponível em: <https://cites.org/eng>

CRESCÊNCIO, R. ITUASSÚ, D. R., ROUBACH, R., PEREIRA FILHO, M., CAVERO, B. A. S., & GANDRA, A. L. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1217–1222, 2005.

DENG, J.; BI, B.; KANG, B.; KONG, L.; WANG, Q.; ZHANG, X. Improving the growth performance and cholesterol metabolism of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed soyabean

meal-based diets using dietary cholesterol supplementation. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 1, p. 29-39, 2013.

DRUMOND, G. V. F.; CAIXEIRO, A. P. A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J. L.; AFFONSO, E. G. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (*Arapaimidae*) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 591–596, 2010.

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.

FAO- Food and Agriculture Organization. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018, Meeting the sustainable development goals**. Rome, 2018.

FAO - Food And Agriculture Organization. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020, Sustainability in action**. Rome, 2020.

FOGAÇA, F. H. S.; Oliveira, E. G.; Carvalho, S. E. Q.; Santos, F. J. S. Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 95–99, 2011.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013.

GHANAWI, J.; ROY, L.; DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P. Efeitos dos níveis de lipídios da dieta no desempenho de crescimento do peixe-coelho marmorizado, *Siganus rivulatus*. **Aquaculture**, v. 310, n. 3-4, p. 395-400, 2011.

GONÇALVES, A. A.; SOUZA-SOARES, L. A. Lipídios em peixes. **Vetor**, FURG, Rio Grande, v. 8, p. 35-53, 1998.

GONZALEZ, R. J.; BRAUNER, C. J.; WANG, Y. X.; RICHARDS, J. G.; PATRICK, M. L.; XI, W.; MATEY, V.; VAL, A. L. Impact of Ontogenetic Changes in Branchial Morphology on Gill Function in *Arapaima gigas*. **Physiological and Biochemical Zoology**, 83(2), 322-332, 2010.

GUERREIRO NETO, A. C.; PEZZATO, A. C.; SARTORI, J. R.; MORI, C.; CRUZ, V. C.; FASCINA, V. B.; PINHEIRO, D. F.; MADEIRA, L. A.; GONÇALVEZ, J. C. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 2, p. 119-125, 2011.

GUNSTONE, F. (Ed). **Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses.** Jhon Wiley & Sons, 2011.

HALVERSON, M. **Manual de boas práticas de reprodução do pirarucu em cativeiro.** 1ª Edição, Brasília, 2013

IMBIRIBA, E. P. Potencial de criação de pirarucu em cativeiro. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 299–316, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R., CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 255–259, 2005.

JAFARI, F.; AGH, N.; NOORI, F.; TOKMECHI, 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.

JIANG, S.; WU, X.; LI, W.; WU, M.; LUO, Y.; LU, S.; LIN, H. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization, body and plasma biochemical compositions of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus*♂ × *Epinephelus fuscoguttatus*♀) juveniles. **Aquaculture**, v. 446, p. 148-155, 2015.

JOBLING, Malcolm. Physiological and social constraints on growth of fish with special reference to Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. **Aquaculture**, v. 44, n. 2, p. 83-90, 1985.

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, 2006.

KARRAY, A.; ZARAI, Z.; GARGOURI, Y.; VERGER, R.; & BEZZINE, S. Kinetic properties of pancreatic and intestinal sPLA2 from chicken and mammals using the monomolecular film technique. **Journal of colloid and interface science**, v. 363, n. 2, p. 620-625, 2011.

KORTNER, T.M.; Björkhem, I.; Krasnov, A.; Timmerhaus, G.; Krogdahl, Å. Dietary cholesterol supplementation to a plant-based diet suppresses the complete pathway of cholesterol synthesis and induces bile acid production in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **British journal of nutrition**, v. 111, n. 12, p. 2089-2103, 2014.

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**, 4(2), 61-66, 2019.

LIMA, J. C.; SCHORER, M.; MELO, J. F. B.; BRAGA, L. G. T. Effect of enzymatic complex in the diet of pirarucu, *Arapaima gigas* juveniles. **Acta Amazonica**, v. 51, n. 3, p. 207–213, 2021.

LIU, D.; MA, F. **Soybean Phospholipids**. In: Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products. InTech, 2011. p. 483–500.

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.

LUO, J.; YANG, H.; SONG, B. Mechanisms and regulation of cholesterol homeostasis. **Nature reviews molecular cell biology**, v. 21, n. 4, p. 225-245, 2020.

LUZ, J. R.; RAMOS, A. P. S.; MELO, J. F. B.; BRAGA, L. G. T. Use of sodium butyrate in the feeding of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) juvenile. **Aquaculture**, v. 510, p. 248-255, 2019.

MAGALHÃES, A. L. B.; JACOBI, C. M. Colorful invasion in permissive neotropical ecosystems: Establishment of ornamental non-native poeciliids of the genera *Poecilia*/*Xiphophorus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) and management alternatives. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, n. 1, 2017.

MAGALHÃES JÚNIOR, F. O.; SANTOS, M. J. M.; ALLAMAN I. B.; SOARES JUNIOR, I. J.; SILVA, R. F.; BRAGA, L. G. T. Digestible protein requirement of pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) reared in outdoor aquaculture. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 9, p. 114, 15 ago. 2017.

MAKLED, S. O.; HAMDAN, A. M.; EL-SAYED, A. F. M.; HAFEZ, E. H. Evaluation of marine psychrophile, *Psychrobacter namhaensis* SO89, as a probiotic in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 61, p. 194–200, 1 fev. 2017.

MALDONADO-VALDERRAMA, J.; WILDE, P., MACIERZANKA, A.; MACKIE, A. The role of bile salts in digestion. **Advances in colloid and interface science**, v. 165, n. 1, p. 36-46, 2011.

MARTINS, M. G.; MARTINS, D. E. G.; PENA, R. S. Chemical composition of different muscle zones in pirarucu (*Arapaima gigas*). **Food Science and Technology**, v. 37, p. 651-656, 2017.

MOHAMMADI, M; ALIZADEH, A. M.; MEYBODI, N. M. Off-Flavors in Fish: A Review of Potential Development Mechanisms, Identification and Prevention Methods. **Journal of Human Environment and Health Promotion**, v. 7, n. 3, p. 120-8, 2021.

MOYA-FALCÓN, C.; HVATTUM, E.; DYRØY, E.; SKORVE, J.; STEFANSSON, S.O.; THOMASSEN, M.S.; JAKOBSEN, J.V.; BERGE, R.K.; RUYTER, B. Effects of 3-thia fatty acids on feed intake, growth, tissue fatty acid composition, b-oxidation and Na⁺,K⁺-ATPase activity in Atlantic salmon. **Comp. Biochem. Physiol.**, 139B, 657– 668, 2004.

NIKINMAA, Mikko. Gas transport. In: **Red cell membrane transport in health and disease**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. p. 489-509.

NORTVEDT, R.; TUENE, S. Body composition and sensory assessment of three weight groups of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, v. 161, n. 1-4, p. 295-313, 1998.

NÚÑEZ, J.; Chu-Koo, F.; Berland, M.; Arévalo, L.; Ribeyro, O.; Duponchelle, F.; & Renno, J. F. Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. **Aquaculture Research**, v. 42, n. 6, p. 815–822, maio 2011.

NÚÑEZ-RODRÍGUEZ, J.; DÍAZ, A. V.; BAZAN-ALBITEZ, R.; ALFARO, C. R.; KOUA, D.; NÚÑEZ, L.; TESTI, L.; RENNO, J. F.; DUPONCHELLE, F.; PELLA, H. Use of an acoustic telemetry array for fine scale fish behaviour assessment of captive Paiche, *Arapaima gigas*, breeders. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 6, p. 2296–2304, 1 jun. 2018.

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 67–74, mar. 2014.

OLIVEIRA, E. G.; PINHEIRO, A. B.; OLIVEIRA, V. Q.; SILVA JÚNIOR, A. R. M.; MORAES, M. G.; ROCHA, Í. R. C. B.; SOUZA, R. R.; COSTA, F. H. F. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. **Aquaculture**, v. 370–371, p. 96–101, 2012.

OLIVEIRA, V.; POLETO, S. L.; VENERE, P. C. Feeding of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimidae) in their natural environment, lago Quatro Bocas, Araguaiana-MT, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 3, n. 2, p. 312–314, 2005.

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu: O gigante esquecido. Pirarucu: O gigante esquecido, v. 14, p. 14–25, 2004.

ONO, E.; KEHDI, J. Manual de boas práticas de produção do pirarucu em Cativeiro. 1ª Ed. **SEBRAE**, Brasília, 2013.

PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2021** (Associação Brasileira de Piscicultura). São Paulo. Disponível em: <www.peixebr.com.br>.

RAMOS, A. P. S.; LUZ, J. R.; MELO, J.F.B.; BRAGA, L.G.T. Glutamine use in feeding juvenile pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 5, p. 1789-1796, 2020.

REBAZA, A. M.; ALCÁNTARA, B. F.; VALDIVIESO, G. M. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas* Cuier). Caracas – Venezuela, 1999.

REIS, K. A. S. **Secagem de cortes de Pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) salgados procedentes de áreas de reserva ambiental e de piscicultura do estado do Amazonas**. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Amazonas. PPGCAL – Programa de Pós-graduação em Ciências de Alimentos, Manaus, AM, Brasil, 2015.

ROCHA, C. M. C.; RESENDE, E. K. D.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2013.

RODRIGUES, A. P. O., LIMA, A. F., ANDRADE, C. L., & MEDEIROS, R.M. D. S. D. Feeding frequency affects feed intake and growth in juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*). **Acta Amazonica**, v. 49, p. 11-16, 2019.

ROY, A.; HALDAR, S.; MONDAL, S.; GHOSH, T. K. Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. **Veterinary Medicine International**, 2010.

SAINT-PAUL, U. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 1–9, 2017.

SARTORI, A. G. DE O.; AMANCIO, R. D. **Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil**. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83–93, 2012.

SCORVO-FILHO, J.; ROJAS, N.; SILVA, C.; & KONOIKE, T. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei, Osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 2, p. 161–170, 2004.

SEIXAS FILHO, J.; BRÁS, J. M.; GOMIDE, A. T. M.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; MENIN, E. T. Anatomia funcional e morfometria do intestino no Teleostei (Pisces) de água doce surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*-Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1670-1680, 2001.

SOUZA, P. C.; BONILLA-RODRIGUEZ, G. O. Fish hemoglobins. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 40, n. 6, p. 769-778, 2007.

STAUFFER, C. E.; AMBIGAIPALAN, P.; SHAHIDI, F. Emulsifiers for the Food Industry. In: **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, p. 1–36, 2020.

STEWART, D. J. A new species of arapaima (*Osteoglossomorpha: Osteoglossidae*) from the solimões river, Amazonas state, Brazil. **Copeia**, n. 3, p. 470–476, set. 2013.

SUN, L.; CHEN, H. Effects of water temperature and fish size on growth and bioenergetics of cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 426–427, p. 172–180, 20 abr. 2014.

SUNDE, L. M., IMSLAND, A. K., FOLKVORD, A., & STEFANSSON, S. O. Effects of size grading on growth and survival of juvenile turbot at two temperatures. **Aquaculture International**, v. 6, n. 1, p. 19–32, 1998.

TAGHAVIZADEH, M.; SHEKARABI, S. P. H.; MEHRGAN, M. S.; ISLAMI, H. R. Efficacy of dietary lysophospholipids (Lipido!™) on growth performance, serum immuno-biochemical parameters, and the expression of immune and antioxidant-related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 525, 30 ago. 2020.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. **Journal of Fish Biology**, v. 71, n. 2, p. 383–388, ago. 2007.

TOCHER, D. R.; BENDIKSEN, E. Å.; CAMPBELL, P. J.; BELL, J. G. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. **Aquaculture**, v. 280, n. 1–4, p. 21–34, 1 ago. 2008.

VAN NIEUWENHUYZEN, W.; TOMÁS, M. C. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 110, n. 5, p. 472–486, 1 maio 2008.

WANG, J. QH; COHEN, D. E.; CAREY, M. C. Biliary lipids and cholesterol gallstone disease. **Journal of lipid research**, v. 50, p. S406-S411, 2009.

WANG, J. P.; ZHANG, Z. F.; YAN, L.; KIM, I. H. Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 250-256, 2016.

WÓJCIAK, K. M.; DOLATOWSKI, Z. J. Oxidative stability of fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, v. 11, n. 2, p. 99-109, 2012.

ZHAO, P. Y.; ZHANG, Z. F.; LAN, R. X.; LIU, W. C.; KIM, I. H. Effect of lysophospholipids in diets differing in fat contents on growth performance, nutrient digestibility, milk composition and litter performance of lactating sows. *Animal*, v. 11, n. 6, p. 984, 2017.

ZHU, T.; AI, Q.; MAI, K.; XU, W.; ZHOU, H.; LIUFU, Z. Feed intake, growth performance and cholesterol metabolism in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus L.*) fed defatted fish meal diets with graded levels of cholesterol. *Aquaculture*, v. 428, p. 290-296, 2014.