



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

THIAGO RAMOS PACHECO

**USO DO ADITIVO LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE
JUVENIS DE PIRARUCU *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), DE
1,8 A 3,0 KG DE PESO VIVO**

ILHÉUS – BAHIA

2022

THIAGO RAMOS PACHECO

**USO DO ADITIVO LISOLECTINA NA ALIMENTAÇÃO DE
JUVENIS DE PIRARUCU *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), DE
1,8 A 3,0 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: Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga.

ILHÉUS – BAHIA

2022

P116 Pacheco, Thiago Ramos.
Uso do aditivo lisolectina na alimentação de juvenis de pirarucu,
Arapaima gigas (schinz, 1822) de 1,8 a 3,0 kg de peso vivo / Thiago
Ramos Pacheco. – Ilhéus : UESC, 2022.
26f.
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

THIAGO RAMOS PACHECO

**USO DO ADITIVO LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
PIRARUCU *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), DE 1,5 A 3,0 KG DE PESO VIVO**

Ilhéus – Bahia, 31/03/2022

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

Ana Paula de Souza Ramos - DSc
UESB

Thiago Bernardes Fernandes Jorge - DSc
UFS

**ILHÉUS – BAHIA
2022**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais dona Zefa e seu Carlotto, por todo momento estarem sempre ao meu lado, com todo amor, confiança e carinho.

Ao orientador Luís Gustavo Tavares Braga, por ter me guiado nessa jornada do mestrado, que começou ainda durante a graduação, com a iniciação científica no Aquanut, muito obrigado por toda confiança.

A todos os colegas do Aquanut: Ian, Karina, Marianne, Alan, Raamá, Adriano e Itamar, que contribuíram em todo período experimental.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental Almada que foram incansáveis para a realização desta pesquisa.

Ao amigo Leon, por sempre ajudar e incentivar nessa caminhada.

À Universidade Estadual de Santa Cruz, por disponibilizar toda a estrutura necessária para realização deste trabalho.

A todos os docentes da Pós-Graduação em Ciência Animal pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

À CAPES pela concessão da bolsa.

À ADISSEO que auxiliou na parte financeira para a realização do experimento.

À Aguavale Piscicultura S.A., por conceder os alevinos de pirarucu para a realização do experimento.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca examinadora, contribuindo para o aprimoramento deste trabalho.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

*“Jamais perca seu equilíbrio,
por mais forte que seja o vento da tempestade,
busque no interior o abrigo”
Ponto de equilíbrio*

USO DO ADITIVO LISOLECITINA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE PIRARUCU *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), DE 1,8 A 3,0 KG DE PESO VIVO

RESUMO

O pirarucu é um peixe endêmico da bacia amazônica, que possui alto potencial para o cultivo em cativeiro. A inclusão de emulsificante na dieta pode melhorar a digestão dos alimentos e desempenho dos peixes. Objetivou-se avaliar o efeito do uso da liolecitina no desempenho produtivo, composição do filé e perfil hematológico de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas*. O experimento foi conduzido em um sistema de recirculação de água, com filtro biológico e aeração. Os juvenis foram distribuídos em 15 tanques de vinilona (4m³) com densidade de 12 peixes por unidade experimental, com peso médio inicial $1,87 \pm 0,072$ kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, considerando quatro níveis de inclusão do aditivo liolecitina (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g kg⁻¹), além do tratamento controle, isento do aditivo. O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia (8:00, 11:00 e 15:00 h), por 60 dias, até a saciedade aparente. As biometrias foram realizadas no início e ao término do período experimental, e os parâmetros de qualidade da água foram mensurados semanalmente. Os dados foram testados para normalidade e homogeneidade ($p > 0,01$) e posteriormente à análise de variância (ANOVA) a um nível de significância de 5%, quando observado diferença significativa foi aplicada análise de regressão. Houve efeito do aditivo para os parâmetros de desempenho. As variáveis peso final, ganho de peso, conversão alimentar e taxa de crescimento específico expressaram seus melhores resultados no nível de 0,86; 0,93; 0,92 e 0,95% de inclusão, respectivamente. Os parâmetros hematológicos não foram afetados pelos níveis crescentes do aditivo. A implementação dos níveis crescentes do aditivo não resultou em efeito significativo sobre os parâmetros da composição química corporal. A inclusão de 0,95 g kg⁻¹ de liolecitina na dieta melhora no desempenho produtivo de juvenis de pirarucu de 1,8 a 3,0 kg.

Palavras-chave: crescimento; emulsificante; lipídios; peixe carnívoro; perfil hematológico.

**USE OF THE ADDITIVE LYSOLECITHIN IN THE FEEDING OF JUVENILES
PIRARUCU *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) FROM 1,8 TO 3,5 KG LIVE WEIGHT**

ABSTRACT

The pirarucu is an endemic fish of the Amazon basin, which has a high potential for captive breeding. The inclusion of emulsifier in the diet can improve food digestion and fish performance. The objective was to evaluate the effect of the use of lysolecithin on the productive performance, fillet composition, and hematological profile of juvenile pirarucu *Arapaima gigas*. The experiment was carried out in a closed system of water recirculation, with biological filter and aeration. Juveniles were distributed in 15 vinylone tanks (4m³) with a density of 12 fish per experimental unit, with a mean initial weight of 1.87 ± 0.072 kg. The experimental design was entirely randomized, with five treatments and three replicates, considering four inclusion levels of the additive lysolecithin (0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 g kg⁻¹), besides the control treatment. Feedings were performed three times a day (8:00 am, 11:00 am, and 3:00 pm), for 60 days, until apparent satiation. Biometry was performed at the beginning and end of the experimental period, and water quality parameters were measured weekly. Data were tested for normality and homogeneity ($p > 0.01$) and then analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level, and when significant difference was observed, regression analysis was applied. There was an effect of the additive for the performance parameters. The variables final weight, weight gain, feed conversion and specific growth rate expressed their best results at 0.86, 0.93, 0.92 and 0.95% inclusion level, respectively. The hematological parameters were not affected by increasing levels of the additive. The implementation of the increasing levels of the additive did not result in significant effect on the parameters of body chemical composition. The inclusion of 0.92 g kg⁻¹ of lysolecithin in the diet improves the productive performance of juvenile pirarucu from 1.8 to 3.0 kg.

Keywords: carnivorous fish; emulsifier; growth; hematological profile; lipids.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição centesimal e composição química das dietas experimentais	16
Tabela 2 - Parâmetros de desempenho (média \pm EPM) analisados em juvenis de <i>Arapaima gigas</i> alimentados com níveis crescentes de lisolecitina.....	18
Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros hematológicos de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina.....	19
Tabela 4 - Valores médios da composição química corporal de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo Geral	8
2.2 Objetivos Específicos	8
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3.1 Panorama da Aquicultura.....	9
3.2 Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	10
3.3 Aditivos na piscicultura.....	12
3.4 Lisolectina	12
3.5 Hematologia na piscicultura.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
5 RESULTADOS	18
6 DISCUSSÃO	19
7 CONCLUSÃO	21
8 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura representa cerca de 46% da produção do pescado mundial que é direcionado para o consumo humano. A produção vem aumentando em todo os continentes (FAO, 2020). Segundo o IBGE (2020), o Brasil seguiu a tendência mundial e cresceu cerca de 4,3% na produção, que registrou 551,9 mil toneladas de peixes em 2020.

A criação de peixes nativos vem ganhando notoriedade na produção nacional, como é o caso do pirarucu que é uma espécie endêmica da bacia amazônica (BOSCOLO *et al.*, 2011), sendo considerado o maior peixe de escama de água doce do mundo (HONCZARYK; INOUE, 2008). O mesmo pode atingir mais de 2 m de comprimento e 100 kg, sendo sua carne muito apreciada por consumidores do Norte do Brasil (DOS SANTOS-CIPRIANO *et al.*, 2017).

A intensificação da produção da espécie, gera a necessidade de realização de estudos sobre a nutrição, requer atenção para a identificação de exigências nutricionais nos sistemas de cultivo (BOSCOLO *et al.*, 2011), visando o desempenho zootécnico e ganhos econômicos do cultivo. Sendo assim, para assegurar um crescimento satisfatório, é necessário identificar alimentos e aditivos que atendam às exigências essenciais em quantidades adequadas (SANTOS, 2007).

O uso de aditivos vem alcançando campo para melhorar o desempenho e o ambiente de cultivo (GONÇALVES, 2009; RODRIGUES; MEURER; BOSCOLO, 2015). Alguns estudos acerca do tema já estão consolidados, (ULIANA; SILVA; RADÜNZ NETO, 2001; LI *et al.*, 2010b; TAGHAVIZADEH *et al.*, 2020; LIN; DEHASQUE; NUEZ-ORTÍN, 2021), entretanto, ainda há necessidade de estudos que possam gerar resultados contundentes e viáveis para uso comercial (SILVA; GALÍCIO, 2012).

A lisolecitina é um aditivo que vem adquirindo destaque na produção animal, é originada a partir da hidrolise da lecitina, por ação de enzimas, especificamente a fosfolipase A2, resultando em lisolecitina e ácido oleico (LIN; DEHASQUE; NUEZ-ORTÍN, 2021). É responsável por melhorar a digestibilidade das vitaminas lipossolúveis e das gorduras na ração e apresenta atividade emulsificante (SABIHA, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o uso do aditivo lisolecitina na alimentação de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho do pirarucu com o incremento do aditivo lisolecitina na dieta;
- Analisar o perfil hematológico do pirarucu alimentado com dieta contendo a lisolecitina; e
- Determinar a composição química dos filés de pirarucu alimentado com dieta contendo a lisolecitina.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Panorama da Aquicultura

A aquicultura tem se tornado uma importante fonte de proteína animal de alta qualidade. Esse papel na produção de alimentos vem sendo consolidado pelo volume na produção de pescado mundial, que cresceu cerca de 3,1% de 1961 a 2017. O consumo global de pescado na alimentação aumentou a uma taxa quase o dobro da taxa anual do crescimento populacional (1,6%) para o mesmo período. Assim, superando outros alimentos proteicos (carne, laticínios, leite entre outros.), que aumentaram 2,1% ao ano (NETO, 2020).

Segundo a FAO (2020) em 2018, a produção mundial de peixes da aquicultura foi de aproximadamente 82,1 milhões de toneladas, 32,4 milhões de toneladas de algas aquáticas e 26.000 toneladas de plantas ornamentais conchas e pérolas, chegando a um recorde histórico de 114,5 milhões de toneladas da produção aquícola mundial. Sendo que, a produção de peixes cultivados foi de 54,3 milhões de toneladas (47 milhões de toneladas da aquicultura de águas interior e 7,3 milhões de toneladas da aquicultura marinha e costeira).

O consumo alimentar per capita de pescado passou de 9,0 kg (peso vivo equivalente) em 1961 para 20,5 kg em 2018, com crescimento aproximado de 1,5% ao ano. Nos países desenvolvidos, o consumo de peixes aumentou de 17,4 kg per capita em 1961 para atingir o pico de 26,4 kg per capita em 2007, e diminuiu gradualmente para atingir 24,4 kg em 2017 (FAO, 2020).

O Brasil produziu 841.005 toneladas de peixes de cultivo, em 2021, com o crescimento de 4,7% sobre a produção de 2020 (802.930 t), evidenciando a evolução da cadeia produtiva, mesmo com o cenário macroeconômico complexo (PEIXE BR, 2022).

Segundo a Peixe BR (2022), embora o ano de 2021 tenha desafiador para os produtores, devido a pandemia, houve crescimento das exportações e também o contínuo investimento das empresas, verticalizando a produção e promovendo novos produtos para incentivar o consumo.

A produção da tilápia é o destaque da piscicultura brasileira, estando presente em todas as regiões do Brasil (PEDROZA FILHO, M. X.; DE SOUZA FERREIRA FILHO, J. B. & JÚNIOR, M. A. G. P., 2020). Em 2021 foram produzidas 534.005 toneladas, com crescimento de 9,8% sobre o ano anterior (486.255 t). A tilápia representou 63,5% da produção de peixes de cultivo como um todo, comprovando sua viabilidade para as condições brasileiras (PEIXE BR, 2022).

Os peixes nativos representaram 31,2% do total dos peixes produzidos (262.370 t), em 2021, com recuo de 5,85% em relação a 2020. Outras espécies, como: carpas (*Cyprinus sp*),

trutas (*Oncorhynchus mykiss*) e pangásius (*Pangasius bocourti*) foram responsáveis por 5,3% da produção total de 2021, atingindo 44.585 toneladas, com o aumento de 17% sobre o resultado do ano anterior. Visto que, questões ambientais, falta de incentivo de programas governamentais de apoio ao cultivo e dificuldades de mercado foram decisivos para esse desempenho do segmento (PEIXE BR, 2022).

O Paraná é o maior produtor de peixe de cultivo, consolidando a liderança do estado na piscicultura brasileira. Em 2021, cresceu 9,3%, produzindo 188.000 t. Sendo esse resultado atribuído a grandes investimentos dos médios e grandes produtores (PEIXE BR, 2022).

Segundo a Peixe BR (2022) os estados que se destacam como maiores produtores são: Paraná (188.000 t), São Paulo (81.640 t), Rondônia (59.600 t), Santa Catarina (53.600 t), Minas Gerais (49.100 t), Maranhão (46.500 t), Mato Grosso (42.600 t), Mato Grosso do Sul (37.400 t), Pernambuco (31.930 t) e Bahia (31.250 t). Sendo que, sete tiveram crescimento e três apresentaram desempenho negativo (Rondônia, Maranhão e Mato Grosso), em 2021.

Destaque também para a região Nordeste, que atingiu 162.250 t, representando 19,3% da produção nacional. Houve aumento de 7,3% em relação ao ano de 2020, sendo que nos últimos dois anos (2020 e 2021), a piscicultura do Nordeste cresceu 16% (PEIXE BR, 2022)

A Bahia ocupa a 10ª posição no ranking da produção nacional de peixes com a produção de 31.250 t, aumento de 9,3% em relação ao ano de 2019. Com destaque para a tilápia (27.600 t), seguido dos nativos (3.500 t) e outros (150 t). O estado exportou 1.088 t, com participação de 13% do mercado nacional das exportações de peixe (PEIXE BR, 2022).

Segundo a FAO (2020), a aquicultura deve representar importante crescimento nos próximos anos. Nos últimos oito anos houve avanço anual de 5% na atividade do setor registrada no Brasil. Sendo que superando os desafios (responsabilidade dos governos regionais e federal, outros de infraestrutura, visão mercadológica e adequações ambientais), a piscicultura brasileira tende a um longo período de expansão (PEIXE BR, 2022).

3.2 Pirarucu (*Arapaima gigas*)

O pirarucu é o maior peixe de água doce do mundo entre as espécies com escamas (IMBIRIBA, 2001). No Brasil, a espécie é conhecida como pirarucu, entretanto, a depender da sua ocorrência, pode receber outros nomes, tais como: paiche, no Equador e Peru; e arapaima na Guiana (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2003).

O formato de seu corpo é cilíndrico e achatado, gradativamente, a partir do início da nadadeira dorsal, possui cabeça plana com aproximadamente 58 placas ósseas de diferentes

tamanhos, sendo que cada placa possui de 6 a 8 poros, que nos machos possui a função de secretar uma substância de aspecto mucoso (BEZERRA *et al.*, 2013).

Possui hábito alimentar carnívoro, contudo pode ser treinado para receber dieta artificial, além de não apresenta canibalismo (MARINHO *et al.*, 2013), sendo que nas fases mais jovens sua dieta é composta basicamente por invertebrados aquáticos, como insetos, moluscos e crustáceos (TATSUTA *et al.*, 1997; QUEIROZ, 2000).

O estômago do pirarucu é elástico e altamente musculoso, dessa forma podendo armazenar grandes volumes de alimento, anatomicamente possui uma porção pregueada e de coloração rosa (estômago enzimático ou corpo) e uma porção mais musculosa e lisa, de coloração levemente amarelada (RODRIGUES & CARGNIN-FERREIRA, 2017).

O intestino é relativamente curto, comum às espécies carnívoras, tendo sua área de absorção de nutrientes ampliada pela presença de cecos pilóricos na porção inicial do intestino, subsequente ao esfíncter pilórico (RODRIGUES; CARGNIN-FERREIRA, 2017a).

O pirarucu é uma importante fonte de renda para pescadores que residem em regiões próximas à bacia Amazônica, entretanto, tem sua pesca limitada e regulada por órgãos ambientais, de forma a evitar uma redução dos estoques naturais, já que é uma espécie de topo na cadeia alimentar (CASTELLO *et al.*, 2011; CIPRIANO *et al.*, 2016).

Na região norte do Brasil, é uma espécie bastante apreciada devido a qualidade de sua carne. A pesca naquela região se dá na maior parte das vezes de forma extrativista, fator que pode levar ao declínio da população, limitando a demanda existente. A criação em cativeiro vem para sanar essas limitações e atender a demanda de consumo (CAVERO *et al.*, 2004b; ITUASSÚ *et al.*, 2005), além de expandir a criação para outras regiões do país.

Entre as espécies nativas, vem ganhando destaque, pois possui rápido crescimento, podendo atingir até 10 kg no primeiro ano de cultivo, sendo capaz de atingir até três metros de comprimento, tornando uma espécie atrativa para os piscicultores (CAVERO *et al.*, 2004b, 2019; PEREIRA-FILHO *et al.*, 2003)

A espécie possui respiração aérea obrigatória, possibilitada pela bexiga natatória modificada, característica que exige a tomada diretamente do ar atmosférico, permitindo que os animais possam ser cultivados em altas densidades de estocagem e em baixas concentrações de oxigênio, tornando a espécie atrativa para a piscicultura (TATSUTA *et al.*, 1997; PEREIRA-FILHO *et al.*, 2003;CAVERO *et al.*, 2003, 2004).

No ano de 2020, sua produção (1.885.805 kg) aumentou 49,7% em comparação ao ano de 2017 (1.259.282 kg), acompanhando o ritmo de crescimento das outras espécies nativas (IBGE, 2020).

3.3 Aditivos na piscicultura

A intensificação da produção na aquicultura tem proporcionado avanço na eficiência produtiva (SILVA; GALÍCIO, 2012). Porém, pode ocasionar desequilíbrios no ambiente de cultivo, tais como, susceptibilidade a doenças, piora da qualidade da água e aumento das condições de estresse (SOUZA, 2010).

Segundo Gonçalves (2009), o uso de dietas contendo aditivos pode auxiliar na manutenção do bem-estar metabólico e melhorar o desempenho animal. Possibilita a utilização de alimentos alternativos, com a finalidade de retorno econômico de uma forma sustentável (AYHAN *et al.*, 2008; DALSGAARD, *et al.*; GUIMARÃES *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2013).

O uso de aditivos na alimentação animal é regulamentado pela Instrução Normativa nº 13 de 30 de novembro de 2004, definindo-os como qualquer substância ou microrganismo adicionado intencionalmente ao alimento que afete ou melhore as características do alimento ou dos produtos animais (FILHO *et al.*, 2020).

Entre os vários aditivos que possuem funções e propriedades diferentes, os emulsificantes, destacam-se com a capacidade de aumentar a interface lipídio-água permitindo a ação das enzimas intestinais hidrossolúveis (TAVARES, 2016).

Os emulsificantes são substâncias capazes de estabilizar ou acelerar a digestão dos lipídios, possibilitando otimizar o aproveitamento dos lipídios presente na dieta dos peixes (GUERREIRO NETO, 2005). Contém em sua estrutura química segmentos hidrofílicos e hidrofóbicos espacialmente separados (GUERREIRO NETO, 2005).

A inclusão de aditivos na dieta de peixes é uma tecnologia na nutrição que merece destaque por contribuir para a sustentabilidade, favorece a inclusão de novos alimentos nas dietas, redução dos custos de produção e da excreção de nutrientes no ambiente aquático. Dessa forma, aumenta a eficiência de utilização dos ingredientes disponíveis para a alimentação animal. Sendo que, as espécies de peixes, os alimentos, tipo de enzimas, o pH e outras variáveis irão interferir na ação efetiva dos aditivos. Os resultados disponíveis requerem atenção já que existem contradições e dependência de vários fatores, o que sugere que estudos mais aprofundados devem ser realizados (RODRIGUES, R.; MEURER, F. & BOSCOLO, W. R, 2015).

3.4 Liolecitina

É um emulsificante que tem como origem a hidrólise da lecitina pela fosfolipase, que remove uma molécula de ácido graxo de fosfolipídios e a torna mais hidrofílica do que

fosfolipídios (JOSHI; PARATKAR; THORAT, 2006), formando a estrutura química de lisofosfolipídio.

As propriedades químicas do lisofosfolipídio como surfactantes foi o que determinou como sugestão que a lisolecitina melhora a absorção de gordura, servindo para emulsificar gorduras e melhorar sua biodisponibilidade (MORGADO; CABRAL; PRAZERES, 1996). No entanto, pode haver uma interação significativa entre a lisolecitina e o tipo de gordura na dieta (JANSEN *et al.*, 2015), ou nenhuma interação entre as fontes de gordura e adição de lisolecitina, independentemente do tipo de gordura na dieta (ZHANG *et al.*, 2011).

A baixa taxa de incorporação de lisolecitina na matriz alimentar (< 1kg / ton), desafia o conceito de que as ações dependem da emulsificação das gorduras, porém os vários lisofosfolipídios, em especial a lisolecitina, estimulam respostas fisiológicas, imunológicas e melhora a absorção de nutrientes (BRAUTIGAN *et al.*, 2017).

A lisolecitina tem maior capacidade de emulsificação, formando micelas menores do que a lecitina (KONTARA *et al.*, 1998), sendo 5 vezes maior do que a da lecitina (Zhang *et al.*, 2007).

A lisolecitina de soja é derivada da hidrólise catalisada de lecitina de soja, por ação da fosfolipase A2 pancreática, que é um excelente emulsificante para alimentos. A emulsão com a lisolecitina de soja é estável em várias condições, por exemplo de alta temperatura, solução ácida e alto teor de sal. A lisolecitina de soja também é um bom solubilizante. Existe uma espécie de interação entre a lisolecitina de soja e proteína da dieta, uma situação que pode afetar absorção e utilização da proteína (AOI, 1990).

A capacidade de emulsificação da lisolecitina é amplamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica como também na alimentação de bovinos (OSORIO; VINAZCO, 2010; RICO; YING; HARVATINE, 2017) e aves (JANSEN *et al.*, 2015; ZAMPIGA; MELUZZI; SIRRI, 2016). Como substância precursora da síntese da lisolecitina, a lecitina tem sido amplamente investigada quanto aos efeitos sobre o metabolismo lipídico em peixes (TOCHER *et al.*, 2008). Por outro lado, na avicultura e na pecuária, verificou-se que a lisolecitina pode aumentar a atividade da lipase, o crescimento dos animais e diminuir a deposição de lipídios no corpo (AHMED *et al.*, 2013; ZAMPIGA; MELUZZI; SIRRI, 2016).

O efeito da lisolecitina no desempenho e utilização de gordura em peixes tem sido objeto de estudos em algumas espécies de peixes, híbrido de tilápia (*Oreochromis aureus* ♂ × *Oreochromis niloticus* ♀) (LI *et al.*, 2010b), peixe gato do canal (*Ictalurus punctatus*) (LIU *et al.*, 2020), pregado (*Scophthalmus maximus*) (LI *et al.*, 2018), carpa cruciana (*Carassais*

auratus gibelio) (LI *et al.*, 2010a). Contudo, são escassos os estudos realizados para avaliar os efeitos da lisolecitina dietética em peixes de maior porte, como o pirarucu.

3.5 Hematologia na piscicultura

Hematologia é o estudo do sangue ou da soma dos conhecimentos sobre o sangue, e grande parte das informações consiste em mensurar parâmetros em condições orgânicas normais e anormais (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004), uma vez que o sangue é o fluido corporal mais conspícuo e acessível dos vertebrados (HOUSTON, 1997). O sangue é um tecido líquido, móvel, do tipo conjuntivo e que está em equilíbrio com praticamente todos os outros tecidos, constituindo uma das grandes forças homeostáticas do organismo. Esse tecido tem como função distribuir calor, transportar gases respiratórios, nutrientes e produtos de excreção, além de atuar na defesa do organismo (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004).

Pode-se considerar uma ferramenta importante na avaliação clínica de animais. Assim, em peixes a caracterização do estado de saúde é muitas vezes baseada no exame físico e na avaliação dos constituintes sanguíneos, utilizando os valores referência do hemograma e da bioquímica plasmática (MARINHO *et al.*, 2015).

Uma característica do sangue de peixes é que possuem células vermelhas nucleadas denominadas de eritrócitos que são as mais numerosas do sangue. A função dessas células consiste no transporte de oxigênio e gás carbônico, desempenhado pelo seu componente principal, a hemoglobina (DIAS *et al.*, 2004).

Em relação aos metabólitos plasmáticos tais como os níveis de glicose, triglicerídeos, colesterol, proteínas totais, ureia e cloretos, esses normalmente estão relacionados às condições alimentares (OLIVEIRA *et al.*, 2017a). Entretanto, os níveis de glicose também podem ser um indicador de condição de estresse, bem como os níveis de cloretos pode indicar desajustes de regulação iônica, que normalmente é reflexo da baixa qualidade da água dos sistemas de criação.

As informações geradas em um estudo em ambiente experimental serão essenciais para o monitoramento do bem-estar animal e podem auxiliar os piscicultores sobre as possíveis necessidades do manejo alimentar e da qualidade da água em sistemas de criação comerciais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pela comissão de Ética de Uso de Animais (CEUA), da Universidade de Santa Cruz – UESC, conforme o protocolo nº 011/21, 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. Foram utilizados 180 juvenis de pirarucu, com peso médio inicial de $1,87 \pm 0,072$ kg, distribuídos em 15 tanques de vinilonas com capacidade de $4,3 \text{ m}^3$, sendo o volume útil de $4,0 \text{ m}^3$, em sistema de recirculação de água e aeração constante, por meio de uma bomba de água (2 CV) e um aerador (1.75 CV), respectivamente, além do uso de filtro mecânico e biológico.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, com densidade de 12 peixes por unidade experimental. Foram considerados quatro níveis de inclusão do aditivo Aqualyso® (0,5; 1,0; 1,5 e $2,0 \text{ g kg}^{-1}$), além do tratamento controle, isento do aditivo. As dietas experimentais foram formuladas com o auxílio do programa computacional SUPER CRAC® e confeccionadas pela empresa Pratigi Alimentos (Castro Alves – BA) utilizando ingredientes convencionais (Tabela 1). Após o processo de extrusão (4-6mm), as dietas foram suplementadas de forma *On top*, com pulverização do aditivo Aqualyso® associado a 6,0% de óleo de tilápia, sendo que a dieta controle recebeu o óleo.

Os peixes foram submetidos a um período de adaptação às condições experimentais de 15 dias, alimentados com ração comercial (40% de proteína bruta), três vezes ao dia (8:00, 11:00 e 15:00 h), até a saciedade aparente. O mesmo manejo alimentar foi utilizado ao longo do período experimental, com duração de 60 dias.

Tabela1 Composição centesimal e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de lisolecitina (g. kg ⁻¹ ração)				
	0	0,5	1	1,5	2
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	15,5	15,0	14,5	14,0	13,50
Fubá de milho	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Óleo de tilápia	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0
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
Aqualyso®	0,00	0,500	1,000	1,500	2,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química analisada					
Proteína bruta (%)	41,75	41,65	40,04	42,75	41,30
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4570	4454	4453	4593	4420
Extrato etéreo (%)	8,09	8,16	8,16	8,12	8,11
Matéria seca (%)	88,50	88,49	88,20	88,72	87,88
Matéria mineral (%)	6,80	8,32	7,63	7,25	7,64

¹Suplemento 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; Cu = 15.000 mg; Co = 2000 mg; se = 400mg.

A qualidade da água foi monitorada regularmente, antes do início da primeira alimentação e após a última alimentação, sendo o oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), a temperatura (C°) e o pH, aferidos diariamente com o auxílio do aparelho multiparâmetro digital (YSI Pro Plus) e a concentração de amônia (mg L⁻¹), nitrato (mg L⁻¹) e nitrito (mg L⁻¹) foi determinada semanalmente, por meio de análise fotocolorimétrica, com o auxílio do fotocolorímetro de bancada (HANNA, modelo HI83203).

Houve renovação da água de forma parcial (0,2%) diariamente, por meio da descarga do filtro biológico, para remoção de fezes e resíduos acumulados. O filtro era submetido a limpeza geral quinzenalmente, todo sistema era desligado, as paredes lavadas por meio mecânico, as mídias retiradas e lavadas, toda água do filtro era descartada e posteriormente renovada.

A biometria dos animais foi realizada no início e ao final do período experimental, utilizando uma balança com capacidade para 50 kg (0,01g). Para a biometria final houve a contenção dos animais com o auxílio de puçá, sendo contabilizados a quantidade de peixes e o

peso em cada unidade experimental. Esses dados, acrescidos do consumo de ração durante o período experimental, foram utilizados para calcular as variáveis de desempenho produtivo, listado abaixo:

Peso inicial;

Peso final;

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) = $100 \times [(\ln \text{ peso final médio} - \ln \text{ peso inicial médio}) / \text{tempo}]$;

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 foi amostrado um animal por unidade experimental, totalizando 15 peixes eutanasiados por meio de uma solução de água com benzocaina (25mg L⁻¹), em um tanque de 500 L, conforme procedimento aprovado no CEUA protocolo nº 011/21 (ANEXO), para a realização das análises hematológicas. De cada peixe foi colhida uma amostra de 1,5 ml de sangue por meio de punção intracardíaca, com auxílio de seringas descartáveis contendo EDTA (10%) (TAVARES-DIAS; MORAES, 2003). As análises dos parâmetros sanguíneos foram realizadas no Laboratório de Hematologia do Hospital Veterinário (UESC) e foram utilizadas para determinação do hematócrito, por meio da técnica de microhematócrito, com a centrifugação das amostras de sangue (12.000 rpm por 5 minutos) em tubos microcapilares heparinizados, utilizando a microcentrífuga Micro Spin®.

Os mesmos peixes capturados para avaliação hematológica, foram utilizados para a determinação da composição química do filé. A composição química das rações e do filé dos peixes experimentais foram analisadas segundo AOAC (2016). Para determinação da matéria seca, as amostras foram secas a 55°C com auxílio de uma estufa de circulação de ar forçado, após foram armazenadas sob refrigeração, para posteriores análises. A determinação da energia bruta foi realizada no AQUANUT, com uso de bomba calorimétrica (Modelo IKA C200). As análises de proteína bruta e extrato etéreo foram realizadas na CBO Análises Laboratoriais, segundo a metodologia método 45 e método 12, respectivamente, segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017). A matéria seca e matéria mineral foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes – LAPNAR da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC.

Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) ($p > 0,01$) e homocedasticidade (Bartlett) ($p > 0,01$) e posteriormente à análise de variância

(ANOVA) a um nível de 5% de significância, quando observado diferença significativa ($p < 0,05$) foi aplicado análise de regressão, com o auxílio do programa estatístico Tinn-R (TEAM, 2020).

5 RESULTADOS

A temperatura média da água durante o período experimental foi de $26,2 \pm 2,11^\circ\text{C}$, o oxigênio dissolvido de $4,88 \pm 1,70 \text{ mg L}^{-1}$, pH de $8,17 \pm 0,16$, nitrito de $0,58 \pm 0,18 \text{ mg L}^{-1}$ nitrato de $13,3 \pm 0,81 \text{ mg L}^{-1}$ e amônia de $1,60 \pm 0,67 \text{ mg L}^{-1}$. Os parâmetros da água mantiveram dentro da faixa adequada para espécie, segundo CAVERO et al. (2004) e Brandão; Gomes; Chagas (2006).

O aumento em níveis crescente da lisolecitina, resultou em efeito quadrático para o peso final – PF, ganho de peso – GP, conversão alimentar – CA e taxa de crescimento específico – TCE. Já o consumo de ração médio – CRM, consumo de ração diário – CRD, peso inicial – PI e a sobrevivência – SOB não apresentou efeito do aditivo entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 Parâmetros de desempenho (média \pm EPM) analisados em juvenis de *Arapaima gigas* alimentados com níveis crescentes de lisolecitina

Variável	Níveis de lisolecitina (g. kg^{-1} ração)					p-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Peso inicial (kg)	1,91 ($\pm 0,03$)	1,85 ($\pm 0,06$)	1,90 ($\pm 0,02$)	1,84 ($\pm 0,05$)	1,84 ($\pm 0,05$)	0,745
Peso final (kg)*	2,59 ($\pm 0,02$)	2,62 ($\pm 0,05$)	2,72 ($\pm 0,04$)	2,67 ($\pm 0,01$)	2,42 ($\pm 0,02$)	0,022588
Ganho de peso (kg)*	0,68 ($\pm 0,04$)	0,76 ($\pm 0,01$)	0,83 ($\pm 0,04$)	0,83 ($\pm 0,05$)	0,57 ($\pm 0,04$)	0,00056
Consumo de ração (kg)	1,13 ($\pm 0,02$)	1,12 ($\pm 0,01$)	1,13 ($\pm 0,03$)	1,11 ($\pm 0,01$)	1,08 ($\pm 0,01$)	0,307
Cons. diário de ração (g.dia ⁻¹)	226 (± 4)	224 ($\pm 2,6$)	226,6 (± 5)	222 ($\pm 2,6$)	216,3 ($\pm 1,8$)	0,282
Conversão alimentar*	1,67 ($\pm 0,09$)	1,47 ($\pm 0,03$)	1,37 ($\pm 0,05$)	1,35 ($\pm 0,1$)	1,92 ($\pm 0,13$)	0,000671
Taxa de cresc. específico (%.dia ⁻¹)*	0,51 ($\pm 0,04$)	0,58 ($\pm 0,02$)	0,60 ($\pm 0,03$)	0,62 ($\pm 0,05$)	0,45 ($\pm 0,05$)	0,00402
Sobrevivência (%)	100 (± 0)	100 (± 0)	100 (± 0)	100 (± 0)	100 (± 0)	0,452

EPM: Erro Padrão Médio; **Efeito quadrático; Análise de regressão. PF= ($y = -0.20762x^2 + 0.3579x + 2.55619$; $R^2 = 0,84$); GP= ($-0.21333x^2 + 0.39733x + 0.658$; $R^2 = 0,8742$); CA= ($0.4602x^2 - 0.8461x + 1.7104$; $R^2 = 0,8783$); TCE= ($-0.13781x^2 + 0.26129x + 0.49763$; $R^2 = 0,8558$).

A variável PF expressou melhor resultado no nível de 0,86% de inclusão de lisolecitina, obtida por meio de derivação de sua equação cubica. As variáveis GP, CA e TCE expressaram seus melhores resultados nos níveis de 0,93, 0,92 e 0,95% de inclusão de lisolecitina, respectivamente, obtido por meio de derivação de suas equações quadráticas.

Em relação as variáveis hematológicas leucócitos, hemácias, hemoglobina, hematócritos e plaquetas não foi observada diferença entre os tratamentos com a suplementação das dietas com níveis crescentes da lisolecitina (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios dos parâmetros hematológicos de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Variável	Níveis de lisolecitina (g. kg ⁻¹ ração)						CV(%)	p-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0			
Leucócitos (10 ³ /μL)	47,70	43,55	47,75	47,05	47,40	1,04	0,24	
Hemácias (10 ⁶ /μL)	1,87	1,98	1,93	1,94	1,91	0,11	0,973	
Hemoglobina (g/dL)	9,13	9,13	9,50	8,86	9,33	0,20	0,314	
Hematócrito (%)	31,73	32,46	31,50	32,80	30,03	1,80	0,844	
Plaquetas (10 ³ /μL)	5,0	6,33	5,5	6,0	4,66	0,86	0,602	

CV: Coeficiente de variação

A implementação dos níveis crescentes do aditivo lisolecitina não resultou em efeito significativo sobre nenhum parâmetro da composição química corporal avaliados neste estudo (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios da composição química corporal de juvenis de pirarucu suplementados com níveis crescentes de lisolecitina

Variável	Níveis de lisolecitina (g. kg ⁻¹ ração)						CV(%)	p-valor
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0			
Matéria seca (%)	21,37	21,41	21,38	19,42	20,26	9,28	0,692	
Proteína bruta (%)	71,34	74,37	73,62	75,75	71,13	6,85	0,813	
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4689	4546	4762	4802	4840	3,56	0,22	
Extrato etéreo (%)	6,91	2,78	2,8	3,18	2,52	27,90	0,109	
Cinzas (%)	2,67	4,13	3,81	3,81	3,39	23,02	0,225	

CV: Coeficiente de variação

6 DISCUSSÃO

O uso da lisolecitina influenciou diretamente o peso dos peixes, evidenciado uma variação em escala crescente, possivelmente devido a capacidade da lisolecitina de aumentar a absorção e utilização dos lipídios e maximizar a eficiência do desempenho.

O conteúdo lipídico residual da ração que pode ser razoavelmente alto, variando de 5 a 13% do peso (DE KONING, 2005), pode ter influenciado no aumento do coeficiente de utilização de lipídios, reduzindo a pressão metabólica e aumentando a proporção de energia fornecida por lipídios (LI *et al.*, 2018), dessa forma favorecendo o GP.

Houve boa aceitação das dietas fornecidas, dessa forma não houve diferença para o CRM e CRD, sugestiona-se que a inclusão da lisolecitina não afetou a palatabilidade da ração. De modo que a fase da vida e a condição ambiental que os peixes foram expostos pode ter contribuído.

A suplementação da ração com o aditivo favoreceu a CA em 19,16% em seu menor nível, comparado com a testemunha. Apresentou relação positiva com a suplementação com a lisolecitina, atingindo melhores índices em 0,92% de inclusão. A CA variou entre 1,67 a 1,92, com os piores resultados encontrados no grupo controle e na dieta contendo 2,0% de inclusão do suplemento. Foram encontrados valores menores do que Ramos *et al.* (2020) quando trabalhou com peixes de aproximadamente 82g (3,1 CA). Segundo (Bicudo *et al.* (2012), uma taxa de CA de até 2 pode ser considerada adequada para peixes carnívoros cultivados em ambiente confinados.

O uso da lisolecitina melhorou a CA, possivelmente devido a eficiência da digestibilidade e o aproveitamento da ração. Essa redução está relacionada ao modo de ação emulsificante e detergente dos lisofosfolipídios, que auxiliam na digestão e absorção de outros lipídios (TOCHER *et al.*, 2008), aumentando a superfície ativa dos lipídios e promovendo a formação de micelas (KIM *et al.*, 2018).

Para a TCE neste estudo, foi encontrado melhor valor médio (0,62%) no nível de inclusão de 0,95% de lisolecitina, sendo que os menores valores foram observados para a dieta controle (0,51%) e a dieta contendo 2,0% de inclusão (0,45%).

Segundo Ramos *et al.* (2020) como o crescimento específico do animal tem relação direta com o ganho de peso. Esse resultado já era esperado, uma vez que os animais que apresentaram maior ganho de peso foram também os que apresentaram melhores taxas de crescimento específico.

A taxa de SOB foi de 100% não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). Uma vez que a suplementação com este aditivo não tenha influenciado significativamente a sobrevivência, é possível que a ausência de mortalidade esteja relacionada com a função da lisolecitina de melhorar a imunidade, já que atua como precursor de componentes importantes do sistema imunológico, além de ser um substrato energético para suas células, capaz de realçar os parâmetros funcionais das células de defesa (MUNDER *et al.*, 1979; TAUDOU; WIART; PANIJEL, 1983).

A maior concentração da lisolecitina pode ter o efeito negativo no desempenho dos animais, fator observado por Li *et al.* (2018) trabalhando com juvenis de pregado (*Scophthalmus maximus L.*) e bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (LIU *et al.*, 2020), fato também constatado neste trabalho, valores mais elevados de inclusão (2 g kg^{-1}) diminuiu o GP, TCE e aumentou a CA.

Estudos anteriores indica que a adição de lisolecitina pode melhorar os parâmetros hematológicos dos peixes, diminuir o triglicerídeo e o colesterol total de juvenis de pregado (*Scophthalmus maximus L.*) (LI *et al.*, 2018), diminuir o colesterol total do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (LIU *et al.*, 2020), diminuiu o colesterol e glicose da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (TAGHAVIZADEH *et al.*, 2020). Entretanto no presente estudo não foi identificado diferença para os parâmetros avaliados.

Não houve diferença significativa para a composição química do filé, assim como foi observado por Ramos *et al.* (2020) trabalhando com a inclusão de glutamina na dieta. Em contraste com Taghavizadeh *et al.*, (2020) trabalhando com a inclusão de lisofosfolípidios (2 g kg^{-1}) em dietas para truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*), que obtiveram menores valores para proteína e maiores valores para lipídios.

7 CONCLUSÃO

A lisolecitina pode ser suplementada em $0,92 \text{ g kg}^{-1}$ da dieta para juvenis de pirarucu ($1,5$ a $3,0 \text{ kg}$) para promover o melhor desempenho produtivo, com destaque para a conversão alimentar. Os parâmetros hematológicos e a composição química corporal dos peixes não foram afetados com os níveis de lisolecitina.

8 REFERÊNCIAS

- Ahmed, H. H.; El-Toukhey, N. S.; Attia, K. A.; El-Samannoudy, S. I. Effect of multienzymes and absorption enhancers on productive performance, gut morphology and some blood biochemical and hormonal parameters in broiler chicks. **Journal of Agricultural Science (Toronto)**, v. 5, n. 12, p. 162–179, 2013.
- Aoi, N. Soy lysolecithin. **Journal of Japan Oil Chemists' Society**, v. 39, n. 1, p. 10–15, 1990.
- Ayhan, V.; Diler, İ. B. R. A. H. İ. M.; Arabaci, M.; Sevgili, H. Enzyme supplementation to soybean based diet in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*): Effects on growth parameters and nitrogen and phosphorus excretion. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 14, n. 2, 2008.
- Bezerra, R. F.; Soares, M. D. C. F.; Santos, A. J. G.; Carvalho, E. V. M. M.; Coelho, L. C. B. B. Secondary indicators of seasonal stress in the amazonian pirarucu fish (*Arapaima gigas*). **Advances in environmental research**, v. 28, p. 233–244, 2013.
- Bicudo, Á. J. D. A.; Borghesi, R.; Dairiki, J. K.; Sado, R. Y.; Cyrino, J. E. P. Performance of juveniles of *Pseudoplatystoma fasciatum* fed graded levels of corn gluten meal. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 838–845, 2012.
- Boscolo, W. R.; Signor, A.; Freitas, J. D.; Bittencourt, F.; Feiden, A. Native fish nutrition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 145–154, 2011.
- Brandão, F. R.; Gomes, L. de C.; Chagas, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 349-356, 2006.
- Brautigam, 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, p. 2889–2898, 2017.
- Cavero, B. A. S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D. R.; Gandra, A. L.; Crescêncio, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 38, p. 103-107 2003.
- Cavero, B. A. S.; Pereira-Filho, M.; Bordinhon, A. M.; Fonseca, F. A. L. D.; Ituassú, D. R.; Roubach, R.; Ono, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 39, p. 513-516, 2004.
- Cavero, B. A. S.; Ituassú, D. R.; Gandra, A. L.; Marinho-Pereira, T.; da Fonseca, F. A. L.; Pereira-Filho, M. Exogenous enzymes on the feeding of pirarucu *Arapaima gigas* Schinz. 1822 (Osteoglossiformes. Arapaimidae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 14, n. 1, p. 1–7, 2019.
- Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: SINDIRAÇÕES. **Campinas: CBNA**, p 203, 2017.
- Dalsgaard, J.; Verlhac, V.; Hjermitsev, N. H.; Ekmann, K. S.; Fischer, M.; Klausen, M.; Pedersen, P. B. Effects of exogenous enzymes on apparent nutrient digestibility in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets with high inclusion of plant-based protein. **Animal feed science and technology**, v. 171, n. 2–4, p. 181–191, 2012.

De Koning, A. J. Properties of South African fish meal: A review. **South African Journal of Science**, v. 101, n. 1–2, p. 21–25, 2005.

Dias, M. T.; Bozzo, F. R.; Sandrin, E. F. S.; de Campos Filho, E.; De Moraes, F. R. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenosomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonadal. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 73–80, 2004.

FAO. **The State of the World Fisheries and Aquaculture**. v. 32, Food & Agriculture Org., 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/pt/>. Acessado em: 10 de janeiro de 2022.

Dantas Filho, J. V.; Cavali, J.; Nóbrega, B. A.; Porto, M. O. Benefícios da adição da virginiamicina ao desenvolvimento de peixes de cultivo e ao meio ambiente: uma revisão. **Revista Ciência e Saúde Animal**, v. 2, n. 1, p. 22–37, 2020.

Gonçalves, A. Hematologia e macrófagos policariontes em *Colossoma macropomum*, mantidos em duas densidades de estocagem, alimentados com dieta contendo probiótico e espirulina. **UNESP- Centro de Aquicultura**, Tese (doutorado), p. 79, 2009.

Guerreiro Neto, A. C. Efeito da ação de emulsificante em diferentes fontes de gordura da dieta sobre o desempenho e variáveis fisiológicas em frangos de corte. **UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Dissertação (mestrado) p. 56, 2005.

Guimarães, I. G.; Falcon, D. R.; Schich, D.; Barros, M. M.; Pezzato, L. E. Digestibilidade aparente de rações contendo complexo enzimático para tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1397–1402, 2009.

Honzaryk, A.; Inoue, L. A. K. A. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 577–579, 2008.

Hurvitz, A.; Bercovier, H.; Van rijn, J. Effect of ammonia on the survival and the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) vaccinated against *Streptococcus iniae*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 7, n. 1, p. 45–53, 1997.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2020. **Imprensa Oficial**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2020.

Imbiriba, E. P. Potencial de criação de Pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 299–299, 2001.

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.

Jansen, M.; Nuyens, F.; Buyse, J.; Leleu, S.; Van Campenhout, L. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. **Poultry Science**, v. 94, n. 10, p. 2506–2515, 2015.

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.

Khonyoung, D.; Yamauchi, K.; Suzuki, K. Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. **Livestock Science**, v. 176, p. 111–120, 2015.

- Kim, M. J.; Hosseindoust, A. R.; Choi, Y. H.; Kumar, A.; Jeon, S. M.; Lee, S. H.; Chae, B. J. An evaluation of metabolizable energy content of main feed ingredients for growing pigs when adding dietary lysophospholipids. **Livestock Science**, v. 210, n. 1, p. 99–103, 2018.
- Kontara, E. K. M.; Djunaidah, I. S.; Coutteau, P.; Sorgeloos, P. Comparison of native lyso and hydrogenated soybean phosphatidylcholine as phospholipid source in the diet of postlarval *Penaeus japonicus* bate. **Archives of Animal Nutrition**, v. 51, n. 1, p. 1–19, 1998.
- 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, 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, p. 292–299, 2010a.
- Li, H. T.; Tian, L. X.; Wang, Y. D.; Hu, Y. H. Effects of lysolecithin on growth performance, body composition and hematological indices of hybrid tilapia (*Oreochromis aureus* ♂ × *Oreochromis niloticus* ♀). **Journal of Dalian Fisheries University**, v. 25, n. 2, p. 143–146, 2010b.
- Lin, Y. H.; Dehasque, M.; Nuez-Ortín, W. G. Lyso-phospholipid supplementation to replace lecithin and improve growth performance in Pacific white shrimp. n. 6, p. 44–46, 2021.
- Liu, L. W.; Su, J. M.; Zhang, T.; Liang, X. F.; Luo, Y. L. Apparent digestibility of nutrients in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) diet supplemented with graded levels of neutral phytase using pretreatment and spraying methods. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 91–99, 2013.
- 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.
- Marinho, R. G. B.; Tavares-Dias, M.; Dias-Grigório, M. K. R.; Neves, L. R.; Yoshioka, E. T. O.; Bojjink, C. D. L.; Takemoto, R. M. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1192–1202, ago. 2013.
- Marinho, R. D. G. B.; Tostes, L. V.; Borges, M.; Yoshioka, E. T. O.; Tavares-Dias, M.. Respostas Hematológicas de *Arapaima gigas* (Pisces: Arapaimidae) Parasitados Naturalmente por Protozoários e Metazoários. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 105–108, 2015.
- Morgado, M. A. P.; Cabral, J. M. S.; Prazeres, D. M. F. Phospholipase A2-catalyzed hydrolysis of lecithin in a continuous reversed-micellar membrane bioreactor. **JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 73, n. 3, p. 337–346, 1996.
- Munder, P. G.; Modolell, M.; Andreesen, R.; Weltzien, H. U.; Westphal, O. Lysophosphatidylcholine (lysolecithin) and its synthetic analogues. Immunomodulating and other biologic effects. **Springer Seminars in Immunopathology**, v. 2, n. 2, p. 187–203, 1979.
- Neto, D. B. O estado mundial da pesca e aquicultura EM 2020. **Mares: Revista De Geografia e Etnociências**, v. 2, n. 2, p. 111-114, 2020.

Osorio, J. H.; Vinazco, J. E. metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. **Biosalud**, v. 9, n. 2, p. 56–66, 2010.

Pedroza Filho, M. X.; de Souza Ferreira Filho, J. B. & Júnior, M. A. G. P. Impactos socioeconômicos da aquicultura no brasil: análise a partir da matriz de contabilidade social. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 51, n. 4, p. 159-176, 2020.

Peixe BR. Peixe BR da Piscicultura. **Anuario 2021**, p. 1–140, 2022. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/>. Acessado em: 10 de janeiro de 2022.

Pereira-Filho, M.; Cavero, B. A. S.; Roubach, R.; Ituassú, D. R.; Gandra, A. L.; Crescêncio, R. Cultivo do Pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 4, p. 715–718, dez. 2003.

Queiroz, H. L. de. Natural history and conservation of pirarucu, '*Arapaima gigas*', at the Amazonian Várzea: red giants in muddy waters. tese (doutorado). **University of St Andrews**, n. 1645, p. 1–76, 2000.

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.

Rico, D. E.; Ying, Y.; Harvatine, K. J. Short communication: Effects of lysolecithin on milk fat synthesis and milk fatty acid profile of cows fed diets differing in fiber and unsaturated fatty acid concentration. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 9042–9047, 2017.

Rodrigues, A. P. O.; Cargnin-Ferreira, E. Morphology and Histology of the Pirarucu (*Arapaima gigas*) Digestive Tract. **International Journal of Morphology**, v. 35, n. 3, p. 950–957, 2017a.

Rodrigues, R.; Meurer, F.; Boscolo, W. R. Additives in Fish Nutrition. **Revista Colombiana Ciencias Animais**, v. 7, n. 2, p. 228–236, 2015.

Sabiha, A. Lysophospholipids and their role in enhancing Digestion and Absorption. **Avittech Technical Bulletin**, p. 1–6, 2009.

Santos, F. W. B. Nutrição De Peixes De Água Doce: Definições, Perspectivas E Avanços Científicos. **1º Simpósio de Nutrição Animal.**, Vol. 12, 2007. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/anais/anaisb/aa24_2.Pdf. Acessado em: 20 de janeiro de 2022.

Silva, L. E. S.; Galício, G. S. Alimentação de Peixes em Piscicultura Intensiva. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, p. 49–62, 2012.

Souza, A. D. L. Mananoligossacarídeo e β -glucano na suplementação dietária para juvenis de tilápia do Nilo mantidos em taques-rede. **UNESP**, tese (doutorado), p 52, 2010. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100178/sousa_adl_dr_jabo.pdf?sequence=1. Acessado em: 15 de janeiro de 2022.

Taghavizadeh, M.; Shekarabi, S. P. H.; Mehrgan, M. S.; Islami, H. R. Efficacy of dietary lysophospholipids (Lipidol™) on growth performance, serum immuno-biochemical parameters, and the expression of immune and antioxidant-related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 525, p. 735315, 2020.

Tatsuta, R.; Baptista, Y.; Oliveira, S. R. de; Alves, E. de; Júnior, S.; Ono, E. A; Roubach, R. Avaliação do desempenho produtivo do pirarucu, *Arapaima gigas*, alimentado com diferentes dietas em sistema intensivo de tanques-rede. **Scientia**, 1997.

Taudou, G.; Wiart, J.; Panijel, J. Influence of amino acid deficiency and tRNA aminoacylation on DNA synthesis and DNA polymerase activity during the secondary immune response in vitro. **Molecular Immunology**, v. 20, n. 3, p. 255–261, 1983.

Tavares, F. B. Emulsificante em dietas para frangos de corte com diferentes fontes lipídicas. Tese (Doutorado). **UFP- Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural**, Programa de Pós- graduação em Ciência Animal, Belém, 2016..

Team, R. C. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesado em: 20 de agosto de 2021.

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, 2008.

Uliana, O.; Silva, J. H. S. da; Radünz Neto, J. Substituição parcial ou total de óleo de canola por lecitina de soja em rações para larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), pisces, Pimelodidae. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 677–681, 2001.

Willson, M. F.; Gende, S. M., & Marston, B. H. Fishes and the forest. **BioScience**, v. 48, n. 6, p. 455-462, 1998.

Zampiga, M.; Meluzzi, A.; Sirri, F. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 3, p. 521–528, 2016.

Zhang, B.; Haitao, L.; Zhao, D.; Guo, Y.; Barri, A. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. **Animal Feed Science and Technology**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 2011.