

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*)

Jayne Rafaela Costa

Jaboticabal, São Paulo
2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*)

Jayne Rafaela Costa

Orientador: Dr. João Batista Kochenborger Fernandes

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

Jaboticabal, São Paulo
2022

Costa, Jayne Rafaela
C837p Proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em substituição a proteína da farinha de peixe em dietas para Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) / Jayne Rafaela Costa. -- Jaboticabal, 2022
vi, 30 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2022

Orientador: João Batista Kochenborger Fernandes

Banca examinadora: Danilo Cintra Proença, Jessias Ismael da Costa

1. Aquicultura. 2. Nutrição. 3. Peixe ornamental. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.043

Ficha Catalográfica elaborada pela STAFF - Biblioteca da UNESP
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

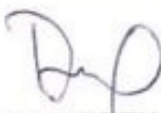
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROTEÍNA DA FARINHA DO INSETO *Tenebrio molitor* EM
SUBSTITUIÇÃO A PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS PARA ACARÁ BANDEIRA
(*Pterophyllum scalare*)

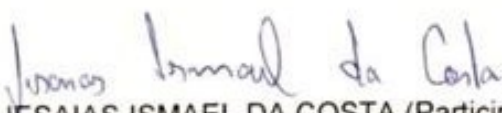
AUTORA: JAYNE RAFAELA COSTA

ORIENTADOR: JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AQUICULTURA, pela
Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES (Participação Virtual)
Laboratório de Peixes Ornamentais / Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP, Jaboticabal-SP


Prof. Dr. DANILO CINTRA PROENÇA (Participação Virtual)
Ciências Biológicas e Nutrição / Faculdade São Luis, Jaboticabal-SP


Prof. Dr. JESAIAS ISMAEL DA COSTA (Participação Virtual)
/ Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP, Jaboticabal-SP

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2022

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	i
APOIO FINANCEIRO.....	ii
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de Figuras.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	6
3. Material e Métodos.....	7
3.1. Material Biológico e Delineamento Experimental.....	7
3.2. Dietas Experimentais.....	7
3.3. Avaliação dos Parâmetros de Desempenho e Eficiência Nutricional.....	9
3.4. Índices Fisiológicos.....	11
3.5. Monitoramento dos Parâmetros Físico-Químicos da Água.....	11
3.6. Análises Estatísticas.....	13
4. Resultados e Discussão.....	13
4.1. Desempenho e Eficiência Nutricional.....	13
4.2. Índices Fisiológicos.....	21
5. Conclusão.....	22
6. Referências Bibliográficas.....	23
7. Considerações Finais.....	30

“E quase que eu me esqueci
que o tempo não para nem
vai esperar”. **Elis Regina**

AGRADECIMENTOS

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

A família Costa que sempre foi à base e o impulso para que tudo desse certo, cada um a sua maneira me ensinando que desistir não é uma opção. Em especial agradeço minha mãe Eunice Costa, por ser o exemplo de mulher que sempre me inspirou e continuará me inspirando por toda a vida.

A Marina Bueno Miotto, profissional dedicada e pessoa especial, que nos momentos mais difíceis soube me resgatar e segurando minha mão me trouxe até aqui. Serei eternamente grata pela amizade, parceria e compreensão.

A família Bueno, que se tornou um dos pilares principais nessa construção da vida. Agradeço pela experiência, o apoio e ensinamentos.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal por ter contribuído na formação da profissional que me tornei. Levarei pra sempre o orgulho de fazer parte da família FCAV e a gratidão por ter conhecido e contado com pessoas inspiradoras.

Ao Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP) pela oportunidade de crescimento profissional e acadêmico.

Ao Prof. Dr. João Batista Kochenborger Fernandes pela dedicação, orientação e importantes ensinamentos durante o mestrado.

A equipe do Laboratório de Peixes Ornamentais pelos bons momentos e ajuda que contribuíram diretamente para a conclusão desta dissertação.

Ao LAVINESP e a Prof. Dra. Nilva Kazue Sakomura pelo apoio científico e estrutural cedido a nós durante o mestrado.

Aos funcionários do CAUNESP que sempre estiveram à disposição de ensinar e ajudar no que fosse preciso.

A todas as amigas que fiz durante essa jornada, pelo apoio emocional e muitas das vezes ter cedido seu tempo para ajudar.

APOIO FINANCEIRO

Programa de Demanda Social, CAPES, Processo nº 88887.604549/2021-00

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica analisada da farinha do inseto <i>Tenebrio molitor</i>	8
Tabela 2. Formulação e composição das dietas experimentais com cinco níveis de substituição (0, 25%, 50%, 75% e 100%) da proteína bruta da farinha de peixe pela proteína bruta da farinha do inseto <i>T. molitor</i> , para juvenis de acará bandeira (<i>Pterophyllum scalare</i>).....	8
Tabela 3. Médias e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos da água monitorados diariamente e semanalmente durante 80 dias experimentais.....	12
Tabela 4. Médias e desvios padrão dos parâmetros de desempenho e eficiência nutricional avaliados; ganho de peso (GP); proporção de proteína bruta no ganho de peso (PB _{GP}); proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EE _{GP}); taxa de crescimento específico (TCE); conversão alimentar aparente (CAA) taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de sobrevivência (S) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha do inseto <i>T. molitor</i>	17
Tabela 5. Médias e desvios padrão dos índices somáticos avaliados; índice hepatosomático (IHS); índice viscerosomático (IVS) e índice liposomático (ILS) para juvenis de acará bandeira alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha do inseto <i>T. molitor</i>	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regressão polinomial de segundo grau entre ganho de peso (GP) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	13
Figura 2. Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de proteína bruta no ganho de peso (PB_{GP}) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	15
Figura 3. Regressão polinomial de segundo grau entre a proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EE_{GP}) e níveis de substituição (eixo horizontal) da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	16
Figura 4. Regressão polinomial de segundo grau entre taxa de crescimento específico (TCE) e níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto.....	18

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *Tenebrio molitor* em dietas para acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). Foram utilizados 200 juvenis divididos em duas faixas de peso médio inicial (1,00 a 1,17g e 1,18 a 1,38g), onde os peixes foram distribuídos em 20 aquários de 90 litros, acoplados a um sistema de aeração constante e controle de temperatura. O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos e quatro réplicas, sendo cada faixa de peso um bloco. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, até a saciedade aparente, com dietas experimentais isoproteicas (37% de PB) e isoenergéticas (4.300 Kcal EB.Kg⁻¹), contendo níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição da proteína da farinha de peixe pela farinha de inseto, por 80 dias. Os parâmetros de desempenho e eficiência nutricional, como, ganho de peso (GP), proporção de proteína bruta no ganho de peso (PB_{GP}), proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EE_{GP}), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP) e sobrevivência (S) foram avaliados, assim como os índices fisiológicos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de significância de 5% e aplicada regressão polinomial para GP, PB_{GP} e EE_{GP}. Foi aplicado o Teste de Tukey (P<0,05) para os demais parâmetros de desempenho, utilizando o programa RStudio (Build 351, © 2009-2021, PBC). O emprego de níveis superiores a 29,50% de substituição na dieta podem resultar na perda do desempenho dos peixes. Para os parâmetros TCE e CAA o nível de 25% de substituição proporcionou o melhor desempenho para os peixes.

Palavras-chave: Aquicultura, Nutrição, Peixes ornamentais, Proteína alternativa.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different levels of fishmeal protein replacement by mealworm meal protein in diets for angelfish (*Pterophyllum scalare*). Were used 200 juveniles divided into two initial average weight ranges (1,00 to 1,17g and 1,18 to 1,38g), where the fish were distributed in 20 aquariums with 90 liters, coupled to a system of constant aeration and temperature control. The experiment was conducted in randomized blocks (CRB), composed of five treatments and four replicates, each weight range being a block. Fish were fed four times a day, until apparent satiety, with experimental isoprotein (37% CP) and isoenergetic (4,300 Kcal CE.Kg⁻¹) diets, containing levels of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% replacement of fish meal protein by insect meal for 80 days. The parameters of performance and nutritional efficiency, as, weight gain (WG), proportion of crude protein in weight gain (CP_{WG}), proportion of ether extract in weight gain (EE_{WG}), specific growth rate (SGR), apparent feed conversion (AFC), protein efficiency rate (PER) and survival (S), were confirmed, as well as the physiological indices. The data were submitted to variance analysis (ANOVA), at the significance level of 5% and polynomial regression was applied to WG, CP_{WG} and EE_{WG}. The Tukey Test (P<0.05) was applied to the other performance parameters, using the RStudio program (Build 351, © 2009-2021, PBC). The use of levels higher than 29.50% of replacement in the diet can result in loss of fish performance. For the TCE and CAA parameters, the 25% replacement level proved to be effective in the performance of the fish.

Key words: Aquaculture, Alternative Protein, Nutrition, Ornamental fish.

1. Introdução

Ao longo dos anos, a aquicultura tem feito grandes avanços na produção de uma ampla gama de organismos aquáticos, tanto para consumo humano quanto para espécies ornamentais (MAHMOOD et al., 2016). A produção de peixes ornamentais é uma prática antiga ao redor do mundo, tendo início no Brasil na década de 1920, com destaque para as espécies amazônicas entre 1950 e 1960, representando grande evolução à prática da aquariofilia desde então (CAMPELO et al., 2020). Apropriado ao elevado potencial de exportação e a oportunidade de gerar renda aos piscicultores locais, a produção e comercialização de peixes ornamentais de água doce tem conquistado cada vez mais adeptos e incentivadores (TAKAHASHI et al., 2010). Trata-se de um importante segmento de mercado dentro da aquicultura global (IBARRA et al., 2018), altamente competitivo e exigente, com valores consideravelmente elevados na proporção em que esses animais são reconhecidos como joias vivas (TARKHANI et al., 2017). Na América do Sul, os principais países exportadores são Peru, Brasil, e a Colômbia que ocupa a primeira posição no mercado internacional, devido à diversidade de espécies que possui com habilidade para aquariofilia, sobretudo na região amazônica (IBARRA et al., 2018). No estado brasileiro do Amazonas, a atividade pesqueira de peixes ornamentais é amparada por uma gama de espécies nativas e reputada como extrativista geradora de renda para a população ribeirinha, tornando o estado um dos principais exportadores da cadeia no país (YAMAMOTO et al., 2021).

Dentre as espécies exploradas, podemos mencionar as frequentemente buscadas no varejo aquarista, como o acará-disco (*Shymphysodon aequifasciata*), Oscar (*Astronatus ocelatus*), tetra cardinal (*Paracheirodon axelrodi*), coridora (*Corydoras sp.*) e o acará bandeira (*Pterophyllum scalare*), com grande destaque mercantil, responsável por alta movimentação monetária no Brasil e o no mundo (SELVATICI et al., 2017). Seu corpo pequeno e coloração atraente em conjunto ao seu comportamento surpreendentemente adaptável tornam-no extremamente popular (TARKHANI et al., 2017). Normalmente são cultivados em sistema intensivo ou semi-intensivo e suas necessidades nutricionais podem ser facilmente atendidas com dietas artificiais (MAHMOOD et

al., 2016). Nativo da bacia amazônica e extensivamente distribuído pela América do Sul, o ciclídeo de água doce popularmente conhecido por acará bandeira foi apontado como a espécie mais notória da aquarofilia, considerando o alto valor econômico correspondente a sua elegância, habilidade reprodutiva e adaptabilidade ao cativeiro (CAMPELO et al., 2019). Na natureza, possui hábito alimentar onívoro com tendência carnívora, submetido a variações sazonais que proporcionam flexibilidade na sua dieta, levando a ingestão de invertebrados aquáticos e terrestres, como os insetos adultos ou larvas. (FABREGAT et al., 2015). Sua preferência alimentar muda com a idade, podendo presumir que ao oferecer uma variedade de alimentos o peixe pode escolher o melhor para si, e diferentes fatores podem afetar essa escolha, como o volume e a disponibilidade (BRANDÃO et al. 2021).

Hábito alimentar e nutrição estão entre os processos mais relevantes em relação à produção e sobrevivência dos peixes. Na verdade, o desinteresse do peixe pelo alimento em si é um sinal de que algo não está indo bem no ambiente de criação. Além disso, o crescimento adequado depende de uma alimentação adequada, destacando a necessidade de saber que tipo de alimento possibilitará o desenvolvimento saudável desses animais (BRANDÃO et al. 2021). Apesar da importância da nutrição na criação de peixes ornamentais, pesquisas e avanços nessa área ainda são limitados (MAHMOOD et al., 2016) e embora muitos estudos estejam disponíveis sobre a variabilidade da espécie, pouco se sabe a respeito de suas exigências nutricionais, especialmente em seus primeiros estágios de vida (ESPITIA-MANRIQUE et al., 2017). Em virtude disso, novos trabalhos têm sido desenvolvidos voltando-se a espécie, incluindo sua biologia, funcionamento do sistema digestório (FABREGAT et al., 2015), comportamento e nutrição, explorando a eficácia de fontes proteicas alternativas (JAYALEKSHMI et al., 2017).

A nutrição influencia diretamente o potencial produtivo de cada peixe, sendo importante conhecer os requisitos nutricionais de cada espécie para auxiliar na formulação de dietas balanceadas (CAMPELO et al., 2019), assim como seu comportamento alimentar e os fatores que o afetam para garantir seu bem-estar (BRANDÃO et al. 2021). A exigência nutricional pode ser avaliada sob

seis diferentes grupos: as proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, minerais e energia (NOGALES-MÉRIDA, et al., 2019). Dentre eles, as exigências proteicas baseiam-se no perfil de aminoácidos corporais de cada espécie (KUMAR et al., 2017) e na qualidade dos ingredientes proteicos, que além de desempenhar papel importante na sistematização do crescimento é um dos componentes mais caros da dieta (IBARRA et al., 2018). Ao passo que a população humana se desenvolve e cresce rapidamente, a aquicultura e o consumo mundial de peixes aumentam de maneira constante. A demanda por rações dependentes exclusivamente da inclusão de ingredientes oriundos da pesca predatória que não respeita a fase de reprodução dos animais, como a farinha de peixe, tem-se elevado conjuntamente (STUART et al., 2021). A produção global de peixes atingiu cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, onde, 156 milhões foram direcionadas ao consumo humano, o equivalente a uma oferta anual estimada de 20,5 kg per capita (FAO, 2020). O restante dos produtos da pesca são, em sua maior parte, processados para produção de farinha e óleo de peixe. A farinha de peixe de qualidade possui elevada digestibilidade e equilíbrio de aminoácidos, além de ser considerado o ingrediente proteico mais importante e amplamente utilizado em dietas para produção aquícola (STUART et al., 2021). Mesmo assim, deve-se considerar a importância da produção de fontes de proteína animal alternativa, de preferência, menos nocivas ao ecossistema (TAN et al., 2018). A estratégia de substituição de ingredientes deve considerar modificações nos nutrientes essenciais da dieta e, desta forma, a farinha de peixe pode ser removida das formulações desde que sejam fornecidas fontes adequadas de proteínas e lipídios para atender às necessidades nutricionais do animal (QIU et al., 2017). Além do mais, com as oscilações de valor no mercado e disponibilidade incerta, a substituição desta fonte proteica tem sido vista como uma oportunidade de moderar custos produtivos, a longo prazo, uma vez que esses valores representam de 30 a 80% do custo total da produção (BELGHIT et al. 2018), além de estabelecer uma indústria aquícola sustentável (WU et al., 2017).

Embora a classe insecta represente aproximadamente 70% das espécies de animais, apenas algumas têm sido utilizadas como ingrediente alternativo na nutrição de peixes. São usados principalmente na forma de farinhas, normalmente

desidratados e moídos (VAN HUIS et al. 2013). As farinhas de insetos tem se destacado como ingrediente alternativo a ser incorporado à nutrição animal, assim como já são utilizadas na alimentação humana em países onde há escassez de alimentos nutritivos (SIEMIANOWSKA et al., 2013). No Brasil, a produção de insetos é realizada por pequenas e médias empresas com poucos anos de atuação, filiadas a Associação Brasileira de Criadores de Insetos (ASBRACI). Embora a legislação brasileira não proíba o consumo, a falta de regulamentação ainda não permite à produção em grande escala, que ainda é realizada, de forma geral, de maneira artesanal com custos elevados (OLIVEIRA, 2018). No entanto, larvas desidratadas de insetos como o tenebrio comum (*Tenebrio molitor*), tenébrio gigante (*Zophobas morio*), mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), mosca doméstica (*Musca domestica*) (OGUNJI et al. 2011), gafanhotos (*Zonocerus variegatus*) (ALEGBELEYE et al. 2012), grilos (*Gryllus bimaculatus*) (TAUFEK et al. 2016) e bicho da seda (*Bombyx mori*) (XU et al. 2018) podem e são utilizadas como ingredientes na alimentação animal no Brasil (MAPA, 2017). Além do mais, sua produção torna-se vantajosa devido à elevada capacidade de converter resíduos em biomassa, podendo ser integrada à produção de fertilizantes por meio da decomposição de matéria orgânica realizada por suas larvas (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2018), podendo ser alimentadas, por exemplo, com restos de grãos de soja (DONG et al. 2013) ou resíduos de cervejaria (DEVIC et al. 2017), possibilitando a produção próximo a centros urbanos, reduzindo custos com transporte (AGRIPROTEIN, 2019). Outra vantagem na criação de insetos é não disputar diretamente por alimentos destinados ao consumo humano, não exigindo grandes áreas produtivas, restringindo o consumo de água (SIEMIANOWSKA et al., 2013) e apresentando melhor conversão alimentar (VAN HUIS et al. 2013). Em dietas para peixes, as farinhas de insetos podem substituir até 30% a farinha de peixe, melhorando o desempenho de crescimento e a eficiência alimentar (GASCO et al., 2016) não causando alterações fisiológicas (XU et al., 2019) ou imunológicas (BRUNI et al. 2018). De modo geral, possuem boa palatabilidade (MAKKAR et al. 2014), alto teor proteico, aminoácidos essenciais, ácidos graxos insaturados (BARROSO et

al 2014), vitaminas e minerais, variando sua composição nutricional de acordo com espécie, estágio de vida e condições produtivas (FONTES, et al., 2019).

Os besouros tenebrio são nativos da Europa e distribuídos em todo o mundo, sendo considerada uma praga de grãos, farinhas e alimentos (FEEDIPEDIA, 2020). Seu ciclo de vida é variável, de 450 dias, aproximadamente; as larvas eclodem após onze dias em média, e ficam maduros depois de variados estágios, normalmente após três meses e meio, durando até dezoito meses (FEEDIPEDIA, 2020). As larvas de *T. molitor* são fontes de proteína que podem ser produzidas em cativeiro, com relativa facilidade, capaz de compor parte da alimentação de diversas espécies de animais, como, aves, répteis, pequenos mamíferos e peixes (MAKKAR et al. 2014). Geralmente são comercializadas como alimento vivo, e também, podem ser vendidas enlatadas, desidratadas ou em forma de farinha, contendo altos níveis de proteína (45 a 60%) e gordura (30 a 45%) (FEEDIPEDIA, 2020). Em 2001, a farinha de larvas de *T. molitor* começou a ser estudada em dietas para juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*) (NG et al. 2002), mas apenas a partir de 2014 ganhou destaque e passou a ser avaliada para outras espécies de peixes, entre elas, tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (SÁNCHEZ-MUROS et al. 2014), “European Sea Bass” (*Dicentrarchus labrax*) (GASCO et al. 2016) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (IACONISI et al. 2018).

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de *T. molitor* sobre o desempenho de juvenis de acará bandeira.

5. Conclusão

Os diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha do inseto *T. molitor* influenciaram nos resultados de GP, PB_{GP} , EE_{GP} e TCE para juvenis de acará bandeira, atestando que a substituição de níveis acima de 30% pode resultar na perda do desempenho dos peixes, sugerindo atenção especial aos programas nutricionais da espécie. Para o parâmetro CAA o nível de 25% de substituição proporcionou o melhor desempenho produtivo.

6. Referências Bibliográficas

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.1-9, 2007.

AgriProtein. Our Products. Disponível em: <https://agriprotein.com/our-products/>
Acesso em: 3 jan. 2022.

ALEGBELEYE, W. O., OBASA, S. O., OLUDE, O. O., OTUBU, K., e JIMOH, W. Preliminary evaluation of the nutritive value of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* L.) for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell. 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 43, n. 3, p. 412-420, 2012.

AMOGH, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, p.179-187, 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2019. Official methods of analysis. 21st ed. Association of Official Analysis Chemistry, Gaithersburg, MD.

ARARIPE, M., N., B., A., ARARIPE, H., G., A., LOPES, J., B., CASTRO, P., L., BRAGA, T., E., A., FERREIRA, A., H., C., ABREU, M., L., T. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.9, p.1845-1850, 2011.

BARROSO, F. G., DE HARO, C., SÁNCHEZ-MUROS, M. J., VENEGAS, E., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., e PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, v. 422, p. 193-201, 2014.

BELGHIT, I., LILAND, N. S., WAAGBO, R., BIANCAROSA, I., PELUSIO, N., Li, Y., e LOCK, E. J. Potential of insect-based diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 491, p. 72-81, 2018.

BRANDÃO, M. L., DORIGÃO-GUIMARÃES, F., BOLOGNESI, M. C., GAUY, A. C. D. S., PEREIRA, A. V. S., VIAN, L., GONÇALVES-de-FREITAS, E. (2021). Understanding behaviour to improve the welfare of an ornamental fish. **Journal of Fish Biology**. doi:10.1111/jfb.14802.

BRUNI, L., PASTORELLI, R., VITI, C., GASCO, L., e PARISI, G. Characterisation of the intestinal microbial communities of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed

with *Hermetia illucens* (black soldier fly) partially defatted larva meal as partial dietary protein source. **Aquaculture**, v. 487, p. 56-63, 2018.

CAMPELO, D. A. V.; MARQUES, M. H. C.; MARIM, O. P.; MOURA, L. B.; EIRAS, B. J. C. F.; BRABO, M. F.; VERAS, G. C. Effects of feeding rates and feeding frequencies on growth performance, uniformity of the batch and survival rate of Amazon ornamental fish larvae. **International Journal of Fisheries and Aquaculture, Academic Journals**, v.11(2), pp. 23-28, February 2019.

CAMPELO, D. A. V.; RODRIGUES, E. R.; DIAS, B. C. B.; JUNIOR, A. S. P.; SANTOS, L. D.; BRABO, M. F. **Use of different feeds in larviculture of the amazon ornamental fish *Severum***. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n3, p 14035-14049 mar. 2020. ISSN 2525-8761.

CHOI, I.H., KIM, J.M., KIM, N.J., KIM, J.D., PARK, C., PARK, J.H., CHUNG, T.H. Replacing fish meal by mealworm (*Tenebrio molitor*) on the growth performance and immunologic responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum Animal Sci**. 2018; 40 doi: 10.4025/actascianimsci.v40i1.39077.

CYRINO, J., E., P., PORTZ, L., MARTINO, R., C. Retenção da proteína e energia em juvenis de "black bass" *Micropterus salmoides*. **Ciência Animal e Pastagens. Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), 57(4), dez 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000400003>.

DEVIC, E., LESCHEN, W., MURRAY, F., e LITTLE, D. C. Growth performance, feed utilization and body composition of advanced nursing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal. **Aquaculture nutrition**, v. 24, n. 1, p. 416-423, 2017.

DEON, M. P. P., SOUSA, P. H. A. A., AROUCO, L. R. R., LIM, B. S. L. **Influência da Densidade de Estocagem no Desempenho Produtivo do Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) Cultivado em Gaiolas**. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v74n3p156> Bol. Ind. Anim., Nova Odessa, v.74, n.3, p.156-161, 2017.

DONG, G. F., YANG, Y. O., SONG, X. M., YU, L., ZHAO, T. T., HUANG, G. L., e ZHANG, J. L. Comparative effects of dietary supplementation with maggot meal and soybean meal in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and darkbarbel catfish

(*Pelteobagrus vachelli*): growth performance and antioxidant responses. **Aquaculture Nutrition**, v.19, n. 4, p.543-554, 2013.

ESPITIA-MANRIQUE, C.H.; FERNANDES, J.B.K.; SAKOMURA, N.K.; ARIAS-VIGOYA, A.A.; NASCIMENTO, T.M.T.; SILVA, E.P.; MANSANO, C.F.M. Description of growth and body composition of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*) by Gompertz model. **R. Bras. Zootec.**, 46(8):631-637, 2017.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca9231en/CA9231EN.pdf>: Acesso em: 3 jan. 2022.

FERNANDES, C. **Acará-Bandeira: Preço, reprodução, tipos e curiosidades!** Disponível em: <https://guiaanimal.net/articles/254#>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FONTES, T.V.; OLIVEIRA, K.R.B.; ALMEIDA, I.L.G.; ORLANDO, T.M.; RODRIGUES, P.G.; COSTA, D.V.; ROSA, P.V. 2019. **Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings**. *Animal (Basel)*., 9(4): 181. Published online 2019. Apr 20.

FRANCA, W. G.; DUTRA, F. M.; CAGOL, L.; RUIZ, M. L.; NETO, P. G. B.; PORTZ, L. Levels of digestible protein in diets for the freshwater angelfish *Pterophyllum scalare* (Gunther, 1862). **Archives of Veterinary Science**, v.22, n.3, p.01-07, 2017. ISSN 1517-784X.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA, W.M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7.; SEMINÁRIO DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, 3., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 2007. p. .121-139.

GASCO, L., HENRY, M., PICCOLO, G., MARONO, S., GAI, F., RENNA, M., Chatzifotis, S. (2016). Tenebrio molitor meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles: Growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, 220, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.anife edsci.2016.07.003>.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. Methods for physical and 30 Chemical Analysis of Freshwaters. **Blackweel Sci. Publ.**, London, IBP Handbook, 31 v.8, p.214, 1978.

IACONISI, V., MARONO, S., PARISI, G., GASCO, L., GENOVESE, L., MARICCHIOLO, G., e PICCOLO, G. Dietary inclusion of Tenebrio molitor larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). **Aquaculture**, v. 476, p. 49-58, 2017.

IACONISI, V., BONELLI, A., PUPINO, R., GAI, F., e PARISI, G. Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. **Aquaculture**, v. 484, p. 197-204, 2018.

IBARRA, L.I.; GARCIA, I. S.; ALVARADO, C.E.G.Efecto de diferentes niveles lipídicos y proteicos em la dieta sobre el desempeño productivo de juveniles del pez ángel o escalar (*Pterophyllum scalare*). **Revista Respuestas**, v.23, n.01, p.32-38, 2018.

JAYALEKSHMI, J. N.; ABRAHAM, K. M.; SOBHANAKUMAR, K. Growth Performance of Angelfish, *Pterophyllum scalare* Fed With Different Live Worm Diets. **Journal of Aquatic Biology & Fisheries**, Vol. 5. pp. 116-122, 2017. Department of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala. ISSN 2321–340X. KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff (ed.). Methods of 10 seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim, p.117-181, 1976.

KUMAR, S.; SÁNDOR ZS, J.; NAGY, Z.; FAZEKAS, G.; HAVASI, M.; SINHA, A. K.; DE BOECK, G.; GÁL, D. Potential of processed animal protein versus soybean meal to replace fish meal in practical diets for European catfish (*Silurus glanis*): growth response and liver gene expression. **Aquaculture Nutrition**. v. 23. Issue5. pp. 1179-1189. October, 2017.

KOCA, S. B.; DILER, I.; DULLUC, A.; YIGIT, N. O.; BAYRAK, H. Effect of different feed types on growth and feed conversion ratio of angel fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). **Journal of Applied Biological Sciences**, v.3, n.2, p.07-11. 2009.

LUNA-FIGUEROA, J.; VARGAS, Z.T.J.; FIGUEROA, T.J. 2010. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). **Avances en Investigación Agropecuaria**, 14:63-72.

MACERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F. Water Analysis: Some revised 20 methods for limnologists. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**, 21 London, n.36, p.121, 1978.

MAKKAR, H. P., TRAN, G., HEUZÉ, V., e ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1-33, 2014.

Mamuad, Lovelia; Lee, Seoung Hwan; Jeong, Chang Dae; Ramos, Sonny; Miguel, Michelle; Son, A Rang; Kim, Seon Ho; Cho, Yong Il; Lee, Sang Suk (2020). Ornamental fish, *Cyprinus carpio*, fed with fishmeal replacement *Ptecticus tenebrifer* and *Tenebrio molitor*. **Aquaculture Research**, are.14953 –. doi:10.1111/are.14953.

MANSANO, C. F. M.; ROMANELI, R. S.; BOARATTI, A. Z.; RODRIGUES, A. T.; QUEIROZ, D. M. A.; KHAN, K. U.; NASCIMENTO, T. M. T.; FERNANDES, J. B. K. Efficacy of Benzocaine, Eugenol, and Menthol as Anesthetics for Freshwater Angelfish. *Journal of Aquatic. Animal Health* 30:210–216, 2018. **American Fisheries Society**. ISSN: 0899-7659 print / 1548-8667 online.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Materias-primas aprovadas pelo MAPA para uso na alimentação animal**. Brasília, 6p. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/registro-cadastro>. Acesso em: 05 jan. 2022.

MOTTE, C., RIOS, A., LEFEBVRE, T., Do, H., HENRY, M., & JINTASATAPORN, O. (2019). Replacing Fish Meal with Defatted Insect Meal (Yellow Mealworm *Tenebrio molitor*) Improves the Growth and Immunity of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Animals**, 9(5), 258. doi:10.3390/ani9050258.

NG, W. K., LIEW, F. L., ANG, L. P., e WONG, K. W. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 273-280, 2002.

NOGALES-MÉRIDA, S.; GOBBI, P.; JÓZEFIAK, D.; MAZURKIEWICZ, J.; DUDE, K.; RAWSKI, M.; KIERONCZYK, B.; JÓZEFIAK, A. Insect meals in fish nutrition. **Reviews in Aquaculture**. 11, 1080–1103, 2019.

OGUNJI, J. O., NIMPTSCH, J., WIEGAND, C., SCHULZ, C., e RENNERT, B. Effect of housefly maggot meal (magma) diets on catalase, and glutathione

Stransferase in the liver and gills of carp *Cyprinus carpio* fingerling. **International Aquatic Research**, v. 3, n. 1, p. 11-20, 2011.

OLIVEIRA, C. Associação e congresso para representar a entomofagia. **BBC News Brasil**, São Paulo, set. 2018. Disponível em: . Acesso em: 3 jan. 2022.

QIU, X., TIAN, H., DAVIS, D. A. (2017). Evaluation of a fish meal analogue as a replacement for fish meal in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**. doi:10.1111/anu.12634.

SAAVEDRA, M.; POUSÃO-FERREIRA, P.; YÚFERA, M. et al. A balance amino acid diet improves *Diplodus sargus* larval quality and reduce nitrogen excretion. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.517-524, 2009.

SÁNCHEZ-MUROS, MARÍA-JOSÉ; BARROSO, FERNANDO G.; MANZANOAGUGLIARO, F.. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 16-27, 2014.

SARDAR, P.; ABID, M.; RANDHAWA, H.S. et al. Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Ruho (*Labeo rohita* H.) fed soy proteinbased diet. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.339-346, 2009.

SELVATICI, P. D. C.; JÚNIOR, J. F. V.; FARIAS, W. M.; SANTOS, B. D.; MENDONÇA, P. P. Manejo alimentar de juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). Vol. 14, Nº 01, jan./ fev. de 2017. ISSN: 1983-9006. **Nutritime Revista Eletrônica**.

SIEMIANOWSKA, E.; KOSEWSKA, A.; ALJEWICZ, M.; SKIBNIEWSKA, K. A.; POLAK-JUSZCZAK, L.; JAROCKI, A.; JEDRAS, M. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. **Agricultural Sciences**. Vol.4, No.6, 287-291, 2013.

STUART, K. R.; BARROWS, F. T.; SILBERNAGEL, C.; ALFREY, K.; DRAWBRIDGE, M. A. Complete replacement of fish oil and fish meal in the diet of juvenile California yellowtail *Seriola dorsalis*. **Aquaculture Research**. v. 52. Issue 2.. pp. 655-665. February, 2021.

TAN, Q.; SONG, D.; CHEN, X.; XIE, S.; SHU, X. Replacing fish meal with vegetable protein sources in feed for juvenile red swamp crayfish,

Procambarus clarkii: Effects of amino acids supplementation on growth and feed utilization. **Aquaculture Nutrition**. v. 24. Issue 2. pp. 858-864. April, 2018.

TAUFEK, N. M., ASPANI, F., MUIN, H., RAJI, A. A., RAZAK, S. A., e ALIAS, Z. The effect of dietary cricket meal (*Gryllus bimaculatus*) on growth performance, antioxidant enzyme activities, and haematological response of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Fish physiology and biochemistry*, v. 42, n. 4, p. 1143-1155, 2016.

VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G., e VANTOMME, P. Edible insects: future prospects for food and feed security. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2013.

XU, X., JI, H., YU, H., e ZHOU, J. Influence of replacing fish meal with enzymatic hydrolysates of defatted silkworm pupa (*Bombyx mori* L.) on growth performance, body composition and non-specific immunity of juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*). **Aquaculture research**, v. 49, n. 4, p. 1480-1490, 2018.

WU, Y. B.; REN, X.; CHAI, X. J.; LI, P.; WANG, Y. Replacing fish meal with a blend of poultry by-product meal and feather meal in diets for giant croaker (*Nibea japonica*). **Aquaculture Nutrition**. v. 24. Issue 3. pp. 1085-1091. June, 2018.

YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ration improves the protein utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.246, n.1-4, p.379-391, 2005.

YAMAMOTO, K. C.; RODRIGUES, H. P.; AMAZONAS, M. G. F. M.; VASCONCELOS, E. L. Q.; LOEBENS, S. C.; A Cadeia Produtiva de Peixes Ornamentais no Estado do Amazonas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais** - v. 12 n. 2. Fevereiro, 2021.

YILMAZ, E. Effects of Green Tea Extracts on freshwater angelfish, *Pterophyllum scalare* Growth Performance. *Mar. Sci. Tech. Bull.* 6(1-2): 1-4, 2017. ISSN: 2147-9666.