

EFEITO DA FARINHA DE *Gryllus assimilis* NO BALANÇO ENERGÉTICO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA EM TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*)

PEDRO TRABULSI JUNQUEIRA FRANCO^{1,2*}, CHARLES HENRIQUE DOS SANTOS^{3,2}, MILENA CIA RETCHESKI^{4,2}, JULIANA RODRIGUES DA COSTA⁵, VÂNIA ZANELLA PINTO^{6,2}, ALINE POMARI FERNANDES^{7,2}, SILVIA ROMÃO^{6,2}, PAULO RODRIGO STIVAL BITTENCOURT⁸, LUISA HELENA CAZAROLLI^{2,9}

1 Introdução

A estimativa de que a população mundial chegará a 9,7 bilhões até 2050 leva a uma crescente demanda por alimentos, posicionando a aquicultura como um setor estratégico para a segurança alimentar global, sendo a área de produção de alimentos que mais cresceu nas últimas décadas (FAO, 2022). A aquicultura moderna baseia-se em sistemas intensivos que, para garantir alta produtividade, dependem de rações balanceadas. No entanto, a alimentação representa o principal custo de produção, podendo chegar a 70%, sendo a proteína o seu componente mais caro (El-Sayed, 2004). A busca por fontes proteicas alternativas, sustentáveis e de alta qualidade é, portanto, um dos maiores desafios para a sustentabilidade do setor.

Nesse contexto, os insetos surgem como uma alternativa promissora devido ao seu elevado teor de proteína (45-70%), perfil de aminoácidos favorável e riqueza em lipídeos e minerais (Barroso et al., 2014; Gómez et al., 2019). O grilo-do-campo (*Gryllus assimilis*) é particularmente interessante, com mais de 60% de proteína bruta e composição nutricional que pode superar a da farinha de peixe (Fontes et al., 2019; Taufek et al., 2017). Contudo, a eficácia de um ingrediente depende da sua biodisponibilidade. A bioenergética, que quantifica como a

1Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul, pedrotfranco22@gmail.com

2Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos

3Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul - PR,

4Doutoranda em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Toledo,

5Doutoranda em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, *campus* Botucatu,

6Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul - PR,

7Doutora em Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul - PR,

8Doutor em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Medianeira,

9Doutora em Farmácia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul - PR **Orientador(a)**.

energia ingerida é particionada entre metabolismo, crescimento e perdas, é uma ferramenta precisa para avaliar a eficiência de uma dieta (Bureau et al., 2003)

2 Objetivos

Avaliar o efeito da inclusão de farinha de *Gryllus assimillis* na dieta de tilápias do Nilo sobre o balanço energético dos animais, desempenho produtivo e correlacioná-los.

3 Metodologia

A farinha de grilo foi fornecida pelo Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul – PR. As rações experimentais nas concentrações de 0, e 8% de inclusão, foram fabricadas no Laboratório de Nutrição da UFFS. Os ingredientes secos foram moídos, peneirados, homogeneizados e misturados, depois peletizados e secos em estufa. As rações foram armazenadas em potes com tampa e conservadas em freezer. Após período de aclimatação, as tilápias foram divididas (N=8 por tratamento) e mantidas em aquários individuais sob condições experimentais durante 30 dias. Foram realizadas trocas parciais a cada dois dias, para manter a qualidade da água. As avaliações do balanço energético foram realizadas com base no trabalho de Borges, (2019). O ensaio foi aprovado no comitê de ética do uso de animais da UFFS sob o protocolo CEUA 319903.

Para os aspectos de desempenho produtivo, foram avaliados: CMF (cm) = comprimento médio final; PMF (g) = peso médio final; GP (g) = ganho em peso; GPD (g) = ganho em peso diário; CAA (g) = conversão alimentar aparente; TEP (%) = taxa de eficiência proteica; TCE = taxa de crescimento específico; SO (%) = sobrevivência, FC = fator de condição final e ECA = eficiência de conversão alimentar (ECA) (NRC, 2011). Os dados foram expressos como média \pm erro padrão e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo Teste T de Student ($p < 0,05$) após verificação da normalidade e homocedasticidade dos dados.

4 Resultados e Discussão

Parâmetros zootécnicos

A avaliação zootécnica (Tabela 1) indicou uma menor eficiência da dieta com 8% de farinha de grilo no crescimento dos animais. Os animais deste grupo apresentaram um ganho de comprimento total (GCT) significativamente inferior, apesar de um consumo relativo de ração (CRR) expressivamente maior em comparação ao grupo controle. Este resultado, onde os peixes comem mais para crescer menos, aponta para uma baixa eficiência nutricional e alinha-se a estudos que também registraram prejuízos no desempenho de tilápias com farinhas de outros

insetos (Sánchez-Muros et al., 2016), confirmando que a eficácia desses ingredientes é multifatorial.

Tabela 1. Parâmetros zootécnicos de tilápias suplementadas com farinha de grilo.

	Controle	Ração 8% Grilo
SO (%)	100,000	100,000
GP (g)	15,675±2,135	9,213±1,115
GPD (g)	0,522±0,071	0,307±0,037
GL (cm)	11,875±2,447	10,828±1,801
GA (cm)	18,975±3,827	17,860±3,053
GCP (cm)	81,200±7,213	53,225±7,278
GCT (cm)	94,650±4,586	61,806±8,473*
FC	49,747±3,374	49,952±3,282
TCE	0,007±0,001	0,006±0,001
CRR	6,107±0,331	7,858±0,827*
CAA	37,070±4,661	58,280±6447
TEP	0,100±0,013	0,065±0,007

Os dados são apresentados como média ± erro padrão. *p<0,05 em relação ao controle. SO = Sobrevivência; GP = Ganho em Peso; GPD = Ganho em Peso Diário; GL = Ganho de Largura; GA = Ganho de Altura; GCP = Ganho de Comprimento Padrão; GCT = Ganho de Comprimento Total; FC = Fator de Condição; TCE = Taxa de Crescimento Específico; CRR = Consumo Relativo de Ração; CAA = Conversão Alimentar Aparente; TEP = Taxa de Eficiência Proteica.

Ingestão, crescimento, egestão, metabolismo e excreção

A análise do uso de energia (Tabela 2) elucidada as causas do baixo desempenho zootécnico. O aumento significativo na relação entre egestão e ingestão (F/C) no grupo de 8% é um indicativo de menor digestibilidade, ou seja, uma maior proporção do alimento foi perdida nas fezes, sem que parte dos nutrientes seja absorvida. A principal hipótese para isso é a presença de quitina pois a tilápia possui capacidade limitada de digeri-la devido à baixa atividade de quitinase (Henry et al., 2015). Além disso, a quitina pode encapsular nutrientes, comprometendo a digestibilidade geral da dieta (Barroso et al., 2014).

Tabela 2. Taxas diárias de ingestão (C), crescimento (P), respiração (R), excreção (U), fezes (F), relação fezes/ingestão (F/C) e oxidação de substrato energético (O/N)

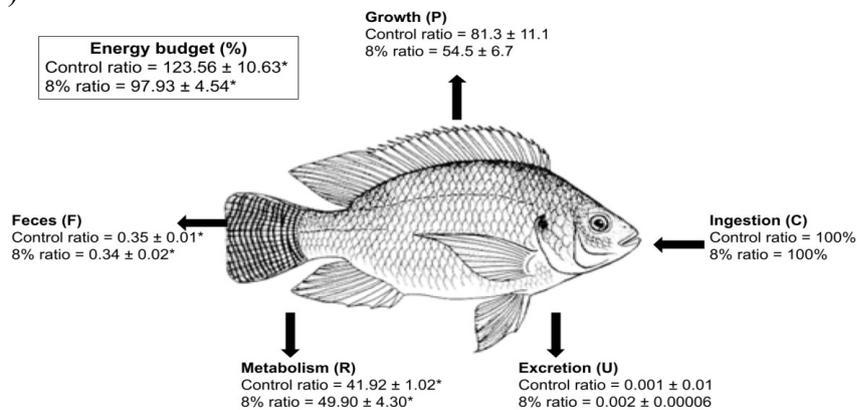
	Controle	Ração 8% Grilo
C/WWi (%)	18,341±1,010	23,443±2,456*
C(mg WW day-1)	15472,689±283,010	14064,850±424,620
P/WWi (%)	23,965±4,494	18,843±3,845
P (mg WW day-1)	387,342±53,911	230,063±28,516
F(mg WW day-1)	83,833±5,999	67,333±3,886
F/C (%)	0,399±0,061	0,451±0,027*
R (mg O ₂ ind-1 day-1)	0,164±0,005	0,154±0,021*
U (mg N ind-1 dia-1)	0,008±0,001	0,007±0,001
O/N	19,740±1,093	2,395±0,352*

Os dados são apresentados como média ± erro padrão. *p<0,05 em relação ao controle. C/WWi = Ingestão de massa seca; C = Taxa de Ingestão diária; P/WWi = Crescimento em massa seca; P = Crescimento diário; F = Excreção Diária de Fezes; F/C = Relação Excreção Diária de Fezes/Taxa de Ingestão diária; R = Taxa Diária de Respiração; U = Taxa Diária de Excreção; O/N = Oxidação de Substrato Energético.

Balanco energético

O balanço energético (Figura 1) demonstrou que a dieta com farinha de grilo levou a um gasto significativamente maior com respiração. Esse custo metabólico, conhecido como Ação Dinâmica Específica (ADE), é característico de dietas de baixa digestibilidade e desvia recursos do crescimento (Bureau et al., 2003). Além disso, agravando a ineficiência, a baixa razão O/N (Tabela 2) revelou que os peixes estavam utilizando a proteína da dieta como fonte de energia, uma rota metabolicamente ineficiente (Jobling, 1994), provavelmente porque a energia de lipídeos e carboidratos estava menos disponível (encapsulada pela quitina).

Figura 1. Canalização da energia ingerida (%) para Crescimento (P), Respiração (R), Excreção (U) e Fezes(F).



Os dados são apresentados como média ± erro padrão. * $p < 0,05$ em relação ao controle.

5 Conclusão

Apesar do bom perfil nutricional, a inclusão de 8% de farinha de *Gryllus assimilis* prejudicou o desempenho e o balanço energético das tilápias, provavelmente devido à baixa digestibilidade causada pela quitina. Embora o potencial dos insetos na aquicultura permaneça válido, estes resultados destacam a necessidade de pesquisas futuras em tecnologias de processamento para melhorar a digestibilidade, na análise de viabilidade econômica e na definição de níveis de inclusão mais seguros.

Referências Bibliográficas

BARROSO, F. G., DE HARO, C., SÁNCHEZ-MUROS, M.-J., VENEGAS, E., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture*, v. 422-423, p. 193–201, 2014.

BORGES, E. P. **Um Estudo Comparado da Fisiologia e Balanço Energético de juvenis e adultos do camarão diádromo *Macrobrachium amazonicum* exposto a diferentes salinidades.** 2019. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas – Habilitação em Gerenciamento Costeiro, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Vicente, 2019.

BUREAU, D.P.; KAUSHIK, S.J.; CHO, C.Y. Bioenergéticos. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.). **Fish Nutrition**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2003. p. 1-59. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-012319652-1/50002-1>. Acesso em: 02 abr. 2025.

EL-SAYED, A.M. Protein nutrition of farmed tilapia: searching for unconventional sources. In: **New dimensions in farmed tilapia: proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia Aquaculture**. 2004. p. 364-378.

FAO, **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Meeting the sustainable development goals. Rome. 2022.

FONTES, T.V., DE OLIVEIRA, K.R.B., GOMES ALMEIDA, I.L., MARIA ORLANDO, T., RODRIGUES, P.B., COSTA, D.V.D., ROSA, P.V.E. Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings. **Animals**, v. 9, p. 1-8, 2019.

GÓMEZ, B., MUNEKATA, P. E. S., ZHU, Z., BARBA, F. J., TOLDRÁ, F., PUTNIK, P., LORENZO, J. M. Challenges and opportunities regarding the use of alternative protein sources: Aquaculture and insects. **Advances in Food and Nutrition Research**, v 89, p. 259-295, 2019.

HENRY, M., GASCO, L., PICCOLO, G., FIORENZA, A. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 203, p. 1-22, 2015.

JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. Chapman & Hall, London, 1994. 309 p.

SÁNCHEZ-MUROS, M.J., HARO, C., SANZ, A., TRENZADO, C.E., VILLARECES, S., BARROSO, F.G. Nutritional evaluation of Tenebrio molitor meal as fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. **Aquaculture Nutrition**, v. 22, p. 943-955, 2016.

TAUFEK, N.M., ASPANI, F., MUIN, H., RAJI, A.A., RAZAK, S.A., 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, p. 1143-1155, 2016.

TAUFEK, N.M., MUIN, H., RAJI, A.A., MD YUSOF, H., ALIAS, Z., RAZAK, S.A. Potential of field crickets meal (*Gryllus bimaculatus*) in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*). **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, p. 541-546, 2017.

Palavras-chave: Bioenergética; Tilápia; Farinha de Grilo; Desempenho; Metabolismo

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2024-0267

Financiamento

