



## INCLUSÃO DE ALHO EM PÓ NA DIETA DE ALEVINOS DE PATINGA ♀ *Piaractus mesopotamicus* X ♂ *P. brachypomus* EM PERÍODO DE INVERNO

Inclusion of garlic powder in the diet of patinga fingerlings ♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus* during the winter season

Inclusión de ajo en polvo en la dieta de alevines de patinga ♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus* durante la estación invernal

Daniel Ferreira Rodrigues de Oliveira<sup>1\*</sup>, Renan Rodrigues Campos<sup>1</sup>, Arypes Scuteri Marcondes<sup>1</sup>, Jaqueline Murbach Braz<sup>1</sup>, Vinicius Landim Pagnossin<sup>1</sup>, Matheus Antonio do Amaral<sup>1</sup>, Claucia Aparecida Honorato<sup>1</sup>, Antonio Cesar Godoy<sup>2</sup> & Daclei Hertes Neu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-MS, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná. Departamento de Pesquisa em Recursos Naturais, Assis Chateaubriand-PR, Brasil.

\*Autor Correspondente: Oliveira, D. F. R. e-mail: danielferreira17@hotmail.com

## RESUMO

O cultivo de peixes híbridos no Brasil é muito comum, especialmente no estado de Mato Grosso do Sul, um deles, resultante do cruzamento de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) vêm ganhando mercado, a patinga. O uso de aditivos na aquicultura está sendo amplamente estudado, incluindo o alho (*Allium sativum*). Neste contexto, utilizou-se o alho como aditivo na dieta de patingas, com o objetivo de avaliar sua influência no crescimento composição bromatológica e nas variáveis histológicas do intestino e do fígado. Foram elaboradas quatro dietas utilizando alho em pó e uma dieta controle sem sua adição. Todos os tratamentos tiveram três repetições, com as seguintes quantidades de alho em pó: 0,0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0%. Para a avaliação, foram utilizados 150 alevinos com peso médio de  $12,69 \pm 0,56$  g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alojados em tanques-rede de 0,5 m<sup>3</sup> (10 peixes por unidade experimental), instalados em um tanque de geomembrana com volume total de 50 m<sup>3</sup>, com circulação e filtragem constante. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia por 34 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso final (PF), comprimento final (CF), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), índice hepatossomático (IHS), gordura visceral (GV), quociente intestinal (QI), composição bromatológica dos animais, comprimento, largura e área dos vilos intestinais e histomorfometria dos hepatócitos. O alho na dieta de patinga, nas doses testadas, não promoveu qualquer alteração significativa nas variáveis avaliadas ( $P > 0,05$ ).

**Palavras-chave:** piscicultura, peixe híbrido, aditivo alimentar, *Allium sativum*.

## ABSTRACT

The cultivation of hybrid fish in Brazil is very common. In the state of Mato Grosso do Sul, one of them, resulting from the crossbreeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), has been gaining market share: the patinga. The use of additives in aquaculture is being widely studied, including garlic (*Allium sativum*). In this context, garlic was used as an additive in the diet of patinga, aiming to evaluate its influence on growth, bromatological composition, and histological variables of the intestine and

liver. Four diets were prepared using powdered garlic and one control diet without its addition. All treatments had three replicates, with the following amounts of powdered garlic: 0.0%, 1.5%, 3.0%, 4.5%, and 6.0%. For the evaluation, 150 fingerlings with an average weight of  $12.69 \pm 0.56$  g were used, distributed in a completely randomized design. The fish were housed in  $0.5 \text{ m}^3$  net-tanks (10 fish per experimental unit) installed in a geomembrane tank with a total volume of  $50 \text{ m}^3$ , with constant circulation and filtration. The fish were fed four times a day for 34 days. The following parameters were evaluated: final weight (FW), final length (FL), weight gain (WG), feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), protein efficiency ratio (PER), hepatosomatic index (HSI), visceral fat (VF), intestinal quotient (IQ), bromatological composition of the animals, length, width, and area of intestinal villi, and histomorphometry of hepatocytes. Garlic in the diet of patinga, at the tested doses, did not promote any significant changes in the evaluated parameters ( $P > 0.05$ ).

**Key words:** fish farming, feed additive, hybrid fish, *Allium sativum*.

## RESUMEN

El cultivo de peces híbridos en Brasil es muy común, especialmente en el estado de Mato Grosso do Sul, uno de los cuales, resultante del cruce de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) ha ido ganando cuota de mercado, la patinga. Se está estudiando ampliamente el uso de aditivos en la acuicultura, entre ellos el ajo (*Allium sativum*). En este contexto, se utilizó el ajo como aditivo en la dieta de la patinga, con el objetivo de evaluar su influencia en el crecimiento, la composición bromatológica y las variables histológicas del intestino y el hígado. Se prepararon cuatro dietas con ajo en polvo y una dieta control sin su adicción. Todos los tratamientos tuvieron tres réplicas, con las siguientes cantidades de ajo en polvo: 0,0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% y 6,0%. Para la evaluación se utilizaron 150 alevines con un peso medio de  $12,69 \pm 0,56$  g, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado. Los peces se alojaron en tanques de red de  $0,5 \text{ m}^3$  (10 peces por unidad experimental), instalados en un tanque de geomembrana con un volumen total de  $50 \text{ m}^3$ , con circulación y filtración constantes. Los peces fueron alimentados cuatro veces al día durante 34 días. Se evaluaron los siguientes parámetros: peso final (PF), longitud final (FL), ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (FC), tasa específica de crecimiento (TCE), tasa de eficiencia proteica (PER), índice hepatosomático (IHS), grasa visceral (FV), cociente intestinal (CI), composición bromatológica de los animales, longitud, anchura y área de las vellosidades intestinales e histomorfometría de los hepatocitos. El ajo en la dieta de los patíes, a las dosis ensayadas, no provocó ningún cambio significativo en los parámetros evaluados ( $P > 0,05$ ).

**Palabras clave:** piscicultura, peces híbridos, aditivo alimentario, *Allium sativum*.

## INTRODUÇÃO

A produção de peixes no Brasil alcançou 860.355 toneladas no ano de 2022, dentro desse valor os peixes nativos alcançaram a margem de 267.060 toneladas, representando 31,04% da produção total de peixes no Brasil (Peixe BR, 2023). A produção brasileira de peixes nativos, além de ser representativa ainda apresenta uma gama de várias espécies, dentre as espécies nativas produzidas no Brasil, encontra-se a patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*), híbrido, que representa 1,99% dos peixes originários produzido no Brasil (Nobile et al., 2020).

Segundo Resende (2009), a piscicultura de peixes nativos ainda é carente em pacote tecnológico quando comparado com a produção de peixes exóticos, o que dificulta o desenvolvimento e estabelecimento comercial dessas espécies. Um dos principais gargalos nessa cadeia é falta de conhecimento nutricional, bem como por não se utilizar de técnicas de manejos alimentares adequados específicos.

A nutrição de peixes evoluiu muito nos últimos anos e dentro desse contexto, os aditivos fitogênicos tem ganhado notoriedade, e muitos artigos têm apontando que o uso de tais aditivos tem sido eficaz na produção animal, contribuindo para melhorias nos índices zootécnicos e contribuído para melhorias na saúde dos animais, benefícios esses que estão atrelados aos compostos bioativos das plantas (Singh & Gaikwad, 2020).

Na aquicultura, o alho (*Allium sativum* L.) tem sido estudado como aditivo, porém, com grande variação na forma do extrato e da aplicação, pois, o alho apresenta uma grande variedade de compostos bioquímicos, que são responsáveis por atividade antibacteriana, atividade antioxidante, antiviral, antiparasitário, imunoestimulante, promotor de crescimento, além de influenciar a microbiota intestinal e proporcionar melhorias da qualidade final do produto (Valenzuela-Gutiérrez et al., 2021).

Alguns estudos demonstram que esse ingrediente melhora o peso corporal e a taxa de crescimento específico em tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) (Diab, 2002) e truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Nya & Austin, 2009) quando utilizado na dieta. Com relação ao uso do alho em pó, Chen et al. (2021) demonstraram o aumento no peso final, no ganho em peso e na taxa de crescimento específico quando utilizado na alimentação do apaiari (*Astronotus ocellatus*).

Peixes são animais ectotérmicos, ou seja, sua temperatura corporal é influenciada pela temperatura do ambiente, de forma que cada espécie possui uma faixa de temperatura ideal para o crescimento, além de uma faixa de tolerância (Viadero, 2005). Quando a temperatura sai do intervalo ideal, o crescimento é reduzido. Já em níveis críticos, fora da zona de tolerância, os animais podem sofrer com comprometimento do sistema imunológico, redução ainda maior no crescimento e, em muitos casos, mortalidade (Viadero, 2005). Nesse sentido, uma boa nutrição e o uso de aditivos alimentares podem contribuir para uma melhor performance dos peixes nas flutuações de temperatura da água, auxiliando também no sistema imune dos animais. (Kiron, 2012).

Diante do exposto, este estudo incluiu alho em pó na dieta de patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*), com o objetivo de avaliar se a inclusão desse aditivo pode contribuir para melhorias na produção, influenciar a composição bromatológica dos animais e alterar a morfometria tanto do intestino quanto do fígado, em sistema de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Área Aquícola da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, MS, no período de inverso.

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFGD) sob o protocolo nº 27/2020. O ensaio experimental foi conduzido por 34 dias.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (diferentes níveis de inclusão de alho) e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais. Cada unidade experimental consistiu em um tanque-rede de 0,5 m<sup>3</sup> contendo 10 alevinos de patinga (totalizando 150 alevinos com peso médio inicial de 12,69 ± 0,56 g). Os tanques-rede foram alojados em um viveiro escavado com um volume total de 50 m<sup>3</sup>, recoberto por geomembrana, com circulação e filtragem constante utilizando uma bomba de 5 CV.

Para a elaboração dos tratamentos dietéticos, o alho em pó foi misturado em 2% de óleo de soja e incorporado a uma ração comercial contendo 32% de proteína bruta (Tabela 1). Os tratamentos foram definidos como 0,0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0% de adição de alho em pó na dieta. Durante o período experimental, os peixes recebiam quatro refeições diárias às (7:00, 10:00, 13:00 e 16:00).

**Tabela 1.** Composição calculada da dieta após a inclusão do alho em pó

Ingredientes	Níveis de inclusão de alho em pó (%)				
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0
<sup>1</sup> Ração comercial (g)	500	500	500	500	500
Alho em pó (g)	-	7,5	15	22	30
<sup>2</sup> Composição calculada					
Matéria seca (%)	93,75	93,83	93,85	93,32	92,68
Cinzas (%)	16,59	12,31	16,75	16,72	16,82
Proteína bruta (%)	34,73	35,15	34,33	34,14	35,18
Extrato etéreo (%)	10,68	9,05	10,25	11,29	12,01

<sup>1</sup>Ração Comercial, Ingredientes básicos (g/kg): Farelo de soja, Milho, Sorgo, Farelo de trigo, Farinha de carne bovina, Hemoglobina, Cloreto de sódio (sal), Treonina, Metionina, Triptofano, Óleo de vísceras de aves, Aditivo antioxidante (BHT), Vitaminas A, D3, E, B1, B2, B6, B12, C, Niacina, Pantotenato de Cálcio, Ácido fólico, Biotina. <sup>2</sup>Composição calculada no Laboratório de Análises de Alimentos - Lana/UFGD.

Ao final do período experimental foi avaliado o desempenho produtivo dos peixes por meio da avaliação individual de peso e comprimento, bem como da contagem para calcular a sobrevivência.

Os valores de desempenho produtivo foram calculados por meio das seguintes fórmulas:

- Ganho em peso (GP) = peso final - peso inicial;
- Conversão alimentar (CA) = consumo de ração/ganho em peso;
- Taxa de crescimento específico (TCE) =  $(100 \times ((\text{In peso final} - \text{In peso inicial}) / \text{dias experimento}))$
- Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho em peso/consumo de ração,
- Sobrevivência =  $(100 \times (\text{número de peixes ao final experimento} / \text{número de peixes inicial}))$
- Índice hepatossomático  $(100 \times (\text{peso do fígado} / \text{peso corporal final}))$ ;
- Gordura visceral  $(100 \times (\text{peso gordura visceral} / \text{peso corporal final}))$ ;
- Quociente intestinal (QI) = comprimento total do intestino/comprimento total do peixe.

As variáveis físicas e químicas da água como pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram aferidos semanalmente através de pHmetro e oxímetro digital portáteis e a temperatura da água foi mensurada uma vez ao dia, pela manhã com o auxílio de um termômetro.

Para as análises de composição bromatológica, foram utilizados cinco peixes de cada unidade experimental e 20 g de ração por tratamento. Para a realização das análises, os peixes foram abatidos, e as vísceras removidas, realizando-se as análises na carcaça do animal.

A composição centesimal dos animais e das rações seguiu o preconizado pela AOAC (1995) para análises de umidade (pré-secagem a 55°C por 72 horas, seguida de secagem a 105°C por oito horas), proteínas (método de Kjeldahl), extrato etéreo (extrator de Soxhlet com hexano como solvente) e matéria mineral (calcinação das amostras a 550°C por 6 horas). Para a análise de retenção de proteína bruta da carcaça, utilizou-se a seguinte equação:  $\text{RPB} = ((\text{peso final} \times \text{proteína bruta da carcaça dos peixes ao final do experimento}) - (\text{peso inicial} \times \text{proteína bruta da carcaça dos peixes no início do experimento})) / \text{consumo de proteína bruta}$ .

Para o procedimento histológico, foi empregada a metodologia proposta por Junqueira & Carneiro (2013). Após a coleta do fígado e intestino dos animais, as amostras foram submersas em solução de formaldeído a 10% por um período de 24 horas. Posteriormente, foram transferidas e armazenadas em álcool a 70°C para garantir a preservação.

Após a completa desidratação dos blocos histológicos, eles foram seccionados usando um micrótomo, produzindo cortes histológicos com espessura de 5 µm. Estas seções finas foram então colocadas em um banho histológico contendo água a 45°C para facilitar o desenrugamento. Posteriormente, as seções foram diretamente montadas em lâminas de vidro e deixadas secar ao ar por um período de 72 horas. Após esse período de secagem, as lâminas foram submetidas à coloração usando o método de eosina-hematoxilina.

Para as análises histomorfométricas, foi utilizado um microscópio com uma câmera acoplada para capturar fotos com uma resolução de 1280 x 960 pixels, empregando o software de captura BEL, versão 3.9.0.605. Após a coleta das imagens, utilizando o software Image-Pro Plus, versão 4.5.0.29, iniciou-se o processo de determinação dos diâmetros e áreas dos hepatócitos e dos seus núcleos, e do comprimento, largura e área dos vilos intestinais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de Normalidade de Shapiro-Wilk e de Homogeneidade de Levene, como atenderam os pressupostos seguiu-se com a análise de variância (Anova), pelo programa computacional Statistica 7.1 (Statsoft, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante o experimento foi de 19,6°C, ficando abaixo do recomendado para peixes tropicais, já o oxigênio dissolvido e o pH tiveram média de 10,16 mg/L e 7,15, respectivamente, mantendo-se dentro das condições ótimas para a criação (Boyd, 1998).

Ao final do período experimental, os animais alimentados com a inclusão de alho em pó nas dietas não apresentaram diferença significativa para as variáveis de desempenho produtivo ( $P > 0,05$ ), como pode ser observado na tabela 2.

De acordo com Rossato et al. (2020), a ausência de diferença entre os tratamentos pode estar relacionada à forma como o aditivo foi incorporado na ração.

**Tabela 2.** Desempenho produtivo, índice hepatossomático (IHS), gordura visceral (GV) e quociente intestinal (QI) de alevinos de patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*) alimentados com diferentes níveis de alho em pó (*Allium sativum* L.)

Variáveis	Tratamentos					Valor <i>P</i>
	0,0%	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	
<b>PF</b>	23,43	22,31	21,37	23,61	22,95	0,38
<b>CF</b>	10,56	10,59	10,15	10,58	10,65	0,29
<b>GP</b>	10,69	10,01	8,77	10,61	10,25	0,39
<b>CA</b>	2,71	2,71	3,36	2,56	2,75	0,35
<b>TCE</b>	1,79	1,74	1,55	1,74	1,74	0,36
<b>TEP</b>	1,15	1,18	0,96	1,22	1,14	0,37
<b>IHS</b>	2,65	2,92	3,22	2,83	2,62	0,62
<b>GV</b>	1,72	1,49	1,87	1,43	1,68	0,46
<b>QI</b>	1,11	1,08	1,07	1,13	1,07	0,98
<b>SOB</b>	100	100	100	100	100	-

PF = Peso final (g); CF = Comprimento final (cm); GP = Ganho em peso (g); CA = Conversão alimentar; TCE = Taxa de crescimento específico (% dia<sup>-1</sup>); TEP = Taxa de eficiência proteica (%); IHS = Índice hepatossomático (%); GV = Gordura visceral (%); QI = Quociente intestinal; SOB = Sobrevivência (%).

Além disso, é importante destacar que a temperatura da água influencia diretamente o metabolismo e a fisiologia dos peixes, afetando diretamente o consumo de alimento, a absorção e a digestão dos nutrientes (Volkoff & Rønnestad, 2020), e conseqüentemente, diminuem as taxas de crescimento, com isso, houve uma elevada conversão alimentar. Importante destacar que mesmo em temperaturas médias abaixo de 20 gramas, os peixes ganharam cerca de 10 g ao longo do período de criação, o que demonstra que essa espécie resiste ao frio, fato comprovado pela sobrevivência, e é capaz de ganhar peso, essa é uma característica reconhecida do *P. mesopotamicus*, que tem a capacidade tolerar baixas temperaturas e ganhar peso nessas condições (Hashimoto et al., 2012).

Os resultados observados neste estudo estão de acordo com os descritos por Fall e Ndong (2007), que não observaram diferenças significativas no desempenho zootécnico de juvenis de tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) quando incluíram 0,5 e 1,0 g de alho/kg na dieta. No entanto, Talpur e Ikhwanuddin (2012), ao avaliarem a inclusão de 5, 10, 15 e 20 g de alho/kg na dieta de alevinos de *Lates calcarifer* por duas semanas, observaram que os peixes alimentados com alho apresentaram um ganho em peso maior quando comparados ao grupo controle (sem adição de alho).

Ao se avaliar a inclusão de um novo alimento na dieta de peixes, observam-se algumas variáveis, como o quociente intestinal, que visa identificar alterações no trato digestivo. De acordo com a composição desse ingrediente, ele pode promover uma maior área de contato entre o alimento e o intestino (Pedron et al., 2008). No entanto, os níveis de alho utilizados neste estudo não ocasionaram diferenças significativas quando essa variável foi avaliada.

Com relação à composição centesimal da carcaça e à retenção de proteína corporal das patingas, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos dietéticos utilizados (Tabela 3).

Poucos estudos abordam o uso do alho em peixes nativos brasileiros, e, quando se refere à composição centesimal, esses estudos são ainda mais escassos. No entanto, Adineh et al. (2020), utilizaram alho microencapsulado na dieta de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), e observaram que a proteína corporal foi significativamente maior nos peixes alimentados com 1% de alho na dieta. Esse mesmo grupo apresentou menor quantidade de lipídios em comparação ao grupo controle. Esse fato, de acordo com os autores pode ser relacionado devido ao aditivo proporcionar maior digestibilidade e absorção dos nutrientes presentes na dieta.

De acordo com Jobling (2001), as modificações bromatológicas nas carcaças dos animais só ocorrem quando a dieta possui teores elevados desses nutrientes. A temperatura pode influenciar diretamente a composição das carcaças dos animais (Mubarik et al., 2015), e quanto mais jovens forem os peixes, maior será

**Tabela 3.** Composição bromatológica e retenção de proteína bruta de alevinos de patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*) submetidos à uma dieta com inclusão diferentes níveis de alho em pó (*Allium sativum* L.)

Variáveis (%)	Tratamentos					Valor P
	0,0%	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	
Umidade	73,22±0,30	73,52±1,14	72,05±1,48	72,91±0,6	73,41±0,16	0,40
Proteína	18,70±3,10	18,91±0,17	20,17±2,28	17,62±0,7	20,29±2,39	0,70
Lípideo	8,78±0,53	8,11±0,33	8,64±0,97	8,23±0,10	7,99±1,21	0,75
Cinzas	3,27±0,08	3,73±0,97	3,45±0,18	3,21±0,55	3,71±0,75	0,80
Retenção PB	68,26±24,2	70,20±13,3	76,96±25,6	66,43±0,6	78,13±18,9	0,94

sua taxa metabólica, utilizando os nutrientes para o crescimento e não os depositando no tecido corporal (Contreras-Guzmán, 1994). Esses pontos podem ser fatores determinantes para a ausência de diferença na composição corporal dos animais. Segundo Devi & Brar (2018), o alho possui um teor médio de proteína de  $4,85 \pm 0,07\%$  e de gorduras de  $1,66 \pm 0,01\%$ , valores muito baixos para alterar significativamente a composição da carcaça dos peixes. Com relação às vilosidades intestinais, não foram encontradas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos dietéticos utilizados (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise histomorfométrica das vilosidades intestinais de patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*) submetidos à uma dieta com inclusão de diferentes níveis de alho em pó (*Allium sativum* L.)

Variáveis	Tratamentos					Valor P
	0,0%	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	
Comprimento	692.19 ± 103.62	545.17 ± 81.61	559.20 ± 83.71	497.55 ± 74.48	534.22 ± 79.97	0.174
Largura	197.01 ± 42.18	175.03 ± 37.47	150.54 ± 32.23	156.67 ± 33.54	183.29 ± 39.24	0.658
Área	122575.01 ± 36870.56	89160.42 ± 26819.45	80808.98 ± 24307.34	73211.79 ± 22022.11	86710.44 ± 26082.50	0.365

A temperatura da água tem grande influência sobre diversos processos metabólicos e fisiológicos dos animais aquáticos (Volkoff & Rønnestad, 2020). O estresse térmico causado por mudanças na temperatura tem forte influência sobre a microbiota intestinal, afetando sua quantidade e diversidade (Jaramillo & Castañeda, 2021; Yi et al., 2021). Os microrganismos que habitam o trato digestório ou que são suplementados têm a capacidade de interferir positivamente no comprimento, largura e área dos vilos intestinais dos peixes (Schwarz et al., 2011; Lee et al., 2017; Zhu et al., 2021).

Diante do exposto pelos autores mencionados, a temperatura da água pode ter induzido a redução e a alteração na diversidade da microbiota intestinal, resultando na ausência de mudanças nas morfologias dos intestinos. Entretanto, podemos lançar mão de uma hipótese que deve ser estudada futuramente. É possível notar que, numericamente, os peixes que receberam a dieta sem a inclusão de alho apresentaram maiores valores de comprimento, largura e área dos vilos, porém não tiveram o ganho em peso diferente dos demais, o que nos leva a hipotetizar que os animais que consumiram alho em qualquer dose gastaram menos energia para alterar suas vilosidades e utilizaram para a manutenção nesse período de frio. Esse mesmo comportamento foi observado para o fígado (Tabela 5), em que os peixes que receberam a dieta isenta de alho, numericamente apresentaram valores superiores ( $P > 0,05$ ). De acordo com Moutou et al., (1997), o tamanho do núcleo do hepatócito está diretamente relacionado a atividade das células e isso pode levar a alterações na taxa de síntese proteica (Rodrigues et al., 2021), e durante o período de frio, a síntese proteica é reduzida, por isso os peixes não expressam o crescimento como em períodos quentes.

Ainda, é possível fazer uma correlação de que os peixes que receberam o alho na dieta tiveram o tamanho do fígado aumentado (Tabela 2), embora com as células em tamanho reduzido (Tabela 5). O índice hepatossomático (IHS) é utilizado para quantificar o glicogênio no fígado, uma forma de armazenamento de energia (Cyrino et al., 2000), portanto, nesse período de temperatura crítica, pode ser uma estratégia nutricional relevante na criação dessa espécie, pois o fígado é o principal órgão metabólico em peixes e desempenha respostas regulatórias a baixas e altas temperaturas, regulando o metabolismo energético e as reservas energéticas (Zhang et al., 2017).

**Tabela 5.** Análise histomorfométrica dos hepatócitos de patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*) submetidos à uma dieta com inclusão de diferentes níveis de alho em pó (*Allium sativum* L.)

Variáveis	Tratamentos					Valor P
	0,0%	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	
Área núcleo	7.83 ± 1.36	7.34 ± 1.27	6.60 ± 1.14	6.97 ± 1.21	6.72 ± 1.16	0.73
Diâmetro núcleo	2.82 ± 0.22	2.67 ± 0.20	2.57 ± 0.20	2.87 ± 0.22	2.62 ± 0.20	0.39
Diâmetro hepatócitos	7.89 ± 2.18	7.71 ± 2.14	7.51 ± 2.08	7.75 ± 2.15	7.65 ± 2.12	0.34

Os hepatócitos são importantes indicadores na avaliação da nutrição e dos manejos alimentares em peixes (Fava et al., 2022). Baixas temperaturas reduzem o metabolismo dos animais ectotérmicos, como é o caso dos peixes (Ibarz et al., 2010). Devido à temperatura não estar no nível ideal para o ápice metabólico da espécie estudada nesta pesquisa, não foi possível encontrar influência do alho sobre a morfologia dos hepatócitos. O fato de o metabolismo estar desacelerado manteve os animais nas mesmas condições de desenvolvimento, esse deve ser o principal fator para não haver diferença entre os tratamentos.

Nas condições experimentais deste estudo, em períodos de inverno, o alho pode ser uma estratégia interessante na nutrição de peixes, contudo, não foram encontradas alterações em nenhuma das variáveis analisada.

## REFERÊNCIAS

- Adineh, H., Harsij, M., Jafaryan, H. & Asadi, M. (2020). The effects of microencapsulated garlic (*Allium sativum*) extract on growth performance, body composition, immune response and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 372-378. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1808473>.
- Aoac. (1995). Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists*. 16th ed. Washington.
- Boyd, C. E. (1998). Water quality for pond aquaculture. Alabama: Auburn University, 1998. *Research and Development Series*, 43, 37.
- Chen, J., Wang, F., Yin, Y. & Ma, X. (2021). The nutritional applications of garlic (*Allium sativum*) as natural feed additives in animals. *PeerJ*, 9, e11934. <https://doi.org/10.7717/peerj.11934>.
- Contreras-Guzmán, E. S. (1994). *Bioquímica de pescados e derivados*. FUNEP, Jaboticabal.
- Cyrino, J. E. P., Bicudo, Á. J. D. A., Sado, R. Y., Borghesi, R. & Dairik, J. K. (2010). A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 68-87. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>.
- Devi, P. V. & Brar, D. J. K. (2018). Comparison of proximate composition and mineral concentration of *Allium ampeloprasum* (elephant garlic) and *Allium sativum* (garlic). *Chem. Sci. Rev. Lett*, 7, 362-367. Disponível em: <https://www.chesci.com>
- Diab, A. (2002). Evaluation of *Nigella sativa* L (black seeds; baraka), *Allium sativum* (garlic) and BIOGEN as feed additives on growth performance and immunostimulants of *O. niloticus* fingerlings. *Suez Canal Vet Med J*, v. 1, p. 745-750.
- Fall, J. & Ndong, D. (2007). The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). Disponível em: <http://hdl.handle.net/1834/1479>; <http://hdl.handle.net/1834/1478>.
- Fava, A. F., de Souza Bezerra, G., Neu, D. H., Bittencourt, F., Signor, A., Carvalho, K. V., ... & Boscolo, W. R. (2022). Effects of Feeding Frequency for Nile Tilapia Fingerlings (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 2022(1), 1053556. <https://doi.org/10.1155/2022/1053556>.

- Hashimoto, D. T., Senhorini, J. A., Foresti, F. & Porto-Foresti, F. (2012). Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture*, 4(2), 108-118. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01067.x>.
- Ibarz, A., Padrós, F., Gallardo, M. Á., Fernández-Borràs, J., Blasco, J. & Tort, L. (2010). Low-temperature challenges to gilthead sea bream culture: review of cold-induced alterations and 'Winter Syndrome'. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20, 539-556. <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9159-5>.
- Jaramillo, A. & Castañeda, L. E. (2021). Gut microbiota of *Drosophila subobscura* contributes to its heat tolerance and is sensitive to transient thermal stress. *Frontiers in Microbiology*, 12, 654108. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.654108>.
- Jobling, M. (2001). Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. *Food intake in fish*, 25(4), 354-375. DOI:10.1002/9780470999516.
- Junqueira, L. C.; Carneiro, J. (2013). *Histologia básica: texto e atlas*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Kiron, V. (2012). Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Animal feed science and technology*, 173(1-2), 111-133. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.015>.
- Lee, D. H., Lim, S. R., Han, J. J., Lee, S. W., Ra, C. S. & Kim, J. D. (2014). Effects of dietary garlic powder on growth, feed utilization and whole body composition changes in fingerling sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(9), 1303. doi: 10.5713/ajas.2014.14087.
- Moutou, K. A., Braunbeck, T. & Houlihan, D. F. (1997). Quantitative analysis of alterations in liver ultrastructure of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* after administration of the aquaculture antibacterials oxolinic acid and flumequine. *Diseases of aquatic organisms*, 29(1), 21-34. doi:10.3354/dao029021.
- Mubarik, M. S., Amna Ismail, A. I., Hussain, S. M., Farhat Jabeen, F. J., Khizar Samiullah, K. S., Sajid Yaqub, S. Y., ... & Bilal Ahmad, B. A. (2015). Survival, growth and body composition of *Cyprinus carpio* under different levels of temperature and salinity. *International Journal of Biosciences*. Vol. 6, No. 10, p. 132-141. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/6.10.132-141>.
- Nobile, A. B., Cunico, A. M., Vitule, J. R., Queiroz, J., Vidotto-Magnoni, A. P., Garcia, D. A., ... & Ramos, I. P. (2020). Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1495-1517. <https://doi.org/10.1111/raq.12393>.
- Nya, E. J. & Austin, B. (2009). Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, 32(11), 963-970. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2009.01100.x>.
- Pedron, F. D. A., Radünz Neto, J., Pedron, T. E., Silva, L. P. D., Lazzari, R., Corrêia, V., ... & Veiverberg, C. A. (2008). Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43, 93-98. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100012>.