

# Diferentes fontes alimentares sobre o desempenho inicial de pós-larvas de cachama (*Piaractus brachypomus*) na Amazônia equatoriana

*Different food sources on the initial performance of red-bellied pacu (*Piaractus brachypomus*) post-larvae in the Ecuadorian Amazon*

Valeria Macarena **Silva-Espín**<sup>1</sup> , Luis Antonio **Castillo-Cevallos**<sup>2,3</sup> , Amanda Elisabeth **Bonilla-Bonilla**<sup>1</sup> , Nelson René **Ortiz-Naveda**<sup>4\*</sup> 

<sup>1</sup>Facultad de Ciencia de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad UTE, Santo Domingo, Ecuador.

<sup>4</sup>Laboratório de Biotécnicas Aplicadas à Reprodução, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

\*Autor para correspondência: nelson.ortiz@ufrpe.br

## Informações do artigo

### Palavras-chave

Larvicultura  
Alimento vivo  
Dieta primária  
Peixes nativos

### DOI

10.26605/medvet-v19n2-7333

### Citação

Silva-Espín, V. M., Castillo-Cevallos, L. A., Bonilla-Bonilla, A. E., & Ortiz-Naveda, N. R. (2025). Diferentes fontes alimentares sobre o desempenho inicial de pós-larvas de cachama (*Piaractus brachypomus*) na Amazônia equatoriana. *Medicina Veterinária*, 19(2), 182-191. <https://doi.org/10.26605/medvet-v19n2-7333>

Recebido: 21 de setembro de 2024

Aceito: 17 de março de 2025



## Resumo

A cachama ou pacu (*Piaractus brachypomus*), espécie de peixe nativa do Equador, tem enfrentado limitações em sua produção. Neste contexto, o foco principal está em aperfeiçoar os métodos de reprodução e aumentar a sobrevivência durante a larvicultura. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar e comparar o efeito de dietas iniciais na criação de pós-larvas de cachama em ambientes controlados numa estação piscícola na Amazônia Equatoriana. Pós-larvas de cachama, obtidas por reprodução induzida com extrato de hipófise de carpa, foram alimentadas com dietas específicas para atender às exigências nutricionais mínimas, visando garantir a sobrevivência e crescimento. As dietas testadas foram: T0 - zooplâncton, T1 - spirulina, T2 - ração comercial e T3 - náuplios de *Artemia salina*. Aplicaram-se análises estatísticas ANOVA e o teste de Tukey para identificar e comparar as diferenças entre os tratamentos. Um delineamento experimental inteiramente casualizado foi utilizado com os quatro tratamentos, três repetições e durante 72h (a cada 6h). A taxa de crescimento absoluto foi maior no tratamento T3 ( $0,36 \pm 0,03\text{mg}/\text{dia}$ ) em comparação aos tratamentos T0, T1 e T2, que apresentaram  $0,31 \pm 0,01\text{mg}/\text{dia}$ ,  $0,27 \pm 0,004\text{mg}/\text{dia}$  e  $0,13 \pm 0,003\text{mg}/\text{dia}$ , respectivamente. Os melhores resultados foram obtidos com o uso de náuplios de *A. salina* como alimentação inicial. Essa dieta e o zooplâncton demonstraram melhor desempenho nos indicadores de crescimento e sobrevivência, favorecendo o desenvolvimento das pós-larvas.

## Abstract

The cachama or pacu (*Piaractus brachypomus*), a fish species native to Ecuador, has faced limitations in its production. In this context, the focus is on improving breeding methods and increasing survival during larviculture. This research aimed to evaluate and compare the effect of initial diets on the rearing of cachama post-larvae in controlled environments at a fish station in the Ecuadorian Amazon. Cachama post-larvae, obtained through induced breeding using carp pituitary extract, were fed specific diets to meet the minimum nutritional requirements, ensuring survival and growth. The diets evaluated were: T0 - zooplankton, T1 - spirulina, T2 - commercial feed, and T3 - *Artemia salina* nauplii. Statistical analyses, ANOVA, and Tukey's test were applied to identify and compare the differences between treatments. A completely randomized experimental design was used with four treatments, and three replications, over 72h (with samples taken every 6h). The absolute growth rate was highest in treatment T3 ( $0.36 \pm 0.03\text{mg}/\text{day}$ ) compared to treatments T0, T1, and T2, which showed  $0.31 \pm 0.01\text{mg}/\text{day}$ ,  $0.27 \pm 0.004\text{mg}/\text{day}$ , and  $0.13 \pm 0.003\text{mg}/\text{day}$ , respectively. The best results were obtained using *A. salina* nauplii as the initial feed. This diet, along with zooplankton, demonstrated superior performance in growth, mortality, and survival indicators, promoting the development of the post-larvae.

**Keywords:** larviculture; live food; primary diet; native fish.

## 1 | Introdução

A cachama ou pacu (*Piaractus brachipomus*) é um peixe tropical nativo de água doce da Amazônia da América do Sul. Espécies nativas do Equador, Colômbia, Peru e Brasil (Escobar et al., 2019), pertencem à ordem Characiformes (Sakamoto et al., 2001). Escobar et al. (2015) foram os primeiros a identificar que *P. brachipomus* do Orinoco e das bacias amazônicas, na verdade, representam linhagens evolutivamente distintas e independentes, sendo, portanto, espécies diferentes. Entre as espécies tropicais cultivadas, a cachama se destaca por seu grande potencial, graças ao manejo simples, à boa taxa de crescimento e à alta aceitação pelos consumidores (Jomori et al., 2008).

A bacia Amazônica cobre uma área de cerca de 7 milhões de km<sup>2</sup>, ou aproximadamente 40% do continente sul-americano, sendo a maior bacia hidrográfica do mundo (Sirén, 2011). A Amazônia equatoriana é formada por seis províncias: Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago e Zamora Chinchipe. É uma floresta tropical de baixa altitude, predominantemente pouco habitada, que abriga uma biodiversidade excepcional, sendo uma das mais ricas do planeta. Além disso, representa a maior região natural do Equador, cobrindo cerca de 45% do território nacional (Ortiz-Naveda et al., 2023).

Os ecossistemas de água doce são considerados um dos mais ameaçados, com a presença de múltiplos estressores que determinam a sobrevivência das espécies de peixes nativos (Borah et al., 2024). As alterações climáticas poderão potencialmente exacerbar a magnitude da crise alimentar global no futuro (Wheeler e Von Braun, 2013). O Equador tem uma das taxas de desmatamento mais altas da América do Sul e, dentro do país, esta atividade se concentra na Amazônia (Mena et al., 2006).

A aquicultura ultrapassou a pesca de captura como a principal fonte de produção de animais aquáticos. Em 2022, a produção global de aquicultura atingiu um recorde de 130,9 milhões de toneladas, das quais 94,4 milhões correspondem a animais aquáticos, representando 51% da produção total de animais aquáticos. O Chile e o Equador juntos representam 53% da produção total de aquicultura de animais aquáticos na América Latina e no Caribe, colocando-os entre os dez principais países produtores no mundo (FAO, 2024). Apesar do

significativo aumento na produção de alimentos, aproximadamente 900 milhões de pessoas ainda não têm acesso adequado a proteínas, carboidratos e lipídios em suas dietas, nutrientes essenciais para fornecer energia ao metabolismo (He et al., 2019). O melhoramento genético dos peixes nativos, a aplicação da biotecnologia e a valorização agroindustrial são desafios atuais (Carrera-Quintana et al., 2022).

Na produção de peixes para aquicultura ou conservação de espécies, a fase de larvicultura é um ponto crítico que demanda alimentos externos adequados, tanto em qualidade quanto em quantidade, para alcançar resultados positivos (Prieto e Atencio, 2008). Assim, o manejo, a alimentação, a nutrição e os fatores físico-químicos da água são frequentemente apontados como os principais responsáveis pelos problemas comuns na larvicultura, resultando em índices de sobrevivência de 0% em diversas ocasiões. Esses desafios representam um obstáculo significativo para o sucesso e a expansão dessa atividade (Jomori et al., 2003). Nos últimos anos, houve um aumento nos estudos relacionados à larvicultura intensiva de peixes neotropicais (Gisbert et al., 2022; Santos et al., 2021). A quantidade e a qualidade dos alimentos oferecidos aos peixes são cruciais para o sucesso da larvicultura (Jomori et al., 2008). Náuplios de *Artemia* sp. têm sido amplamente utilizados no início da alimentação exógena das larvas de peixes, sendo bem aceitos por várias espécies de água doce (Cordeiro et al., 2016; Prusińska et al., 2020).

Kolkovski et al. (1997) sugerem três possíveis modos de influência dos náuplios de *Artemia* na ingestão, digestão e assimilação de microdietas (MD) durante a co-alimentação: (1) a influência do MD na ingestão, estimulando a atividade alimentar por meio de estímulos visuais e químicos; (2) a influência da composição bioquímica dos náuplios na digestão e assimilação larval; e (3) a influência de fatores dietéticos que afetam tanto a atividade alimentar quanto a digestão e assimilação.

Durante a fase pós-larval, tem se destacado a importância de fornecer alimentos que atendam aos requisitos mínimos necessários para garantir a sobrevivência e manter o crescimento da espécie, visto que, ao iniciar a alimentação exógena, as pós-larvas possuem um sistema digestivo menos complexo em comparação com os juvenis e adultos, tanto em termos de morfologia quanto de histologia e fisiologia (Atencio-García et al., 2003). Assim, busca-

se aumentar a sobrevivência e o crescimento por meio da oferta adequada de alimentos, sendo essencial fortalecer o crescimento e manter um ambiente adequado. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de quatro dietas iniciais na criação de pós-larvas de cachama (*Piaractus brachypomus*) em ambientes controlados, considerando a sobrevivência e alguns indicadores de crescimento. O teor principal das dietas utilizadas foi: T0-zooplâncton, T1-spirulina, T2-ração comercial e T3-náuplios de *Artemia salina*.

## 2 | Material e Métodos

### 2.1 | Local do estudo

A presente investigação foi realizada na Estação Piscícola ACUATILSA, localizada no Equador, província e cantão de Pastaza, paróquia de Veracruz, setor de El Talín, na região amazônica. A estação está situada a 525m acima do nível do mar, com temperatura variando entre 22 e 32°C e umidade relativa de 75%, caracterizando um clima tropical quente e úmido (Prefectura-Pastaza, 2019).

### 2.2 | Animais

Utilizou-se uma população total de 30000 pós-larvas de *P. brachypomus*, obtidas por reprodução induzida com o uso de extrato de hipófise de carpa. Após a reprodução bem-sucedida de *P. brachypomus* com alta porcentagem de fecundação no laboratório da ACUATILSA, realizou-se a fase de incubação em incubadoras de fluxo ascendente tipo Warovich de 200L, por um período de 24 a 48h, para obter as larvas até a reabsorção do saco vitelino e a conformação do sistema digestivo, marcando o início da investigação no dia 0. Este procedimento garantiu que as pós-larvas fossem provenientes de uma fonte controlada e homogênea, assegurando a uniformidade necessária para o experimento.

### 2.3 | Instalações

Para abrigar as pós-larvas de *P. brachypomus*, no laboratório, foram instalados 12 tanques revestidos com geomembrana, com 50 litros de água por unidade de área molhada, tanques de madeira foram revestidos com geomembrana HDP de 500 micras de uso aquícola. O ensaio foi realizado dentro

do laboratório, onde há um ambiente controlado. Um termostato foi colocado em cada tanque para manter temperaturas estáveis controladas, considerando que a temperatura ótima para o manejo das pós-larvas é de 28°C  $\pm$  1. Para garantir níveis ótimos de oxigênio de 7,5  $\pm$  1mg/L, foi instalado um sistema de oxigenação individual alimentado por um soprador de uso contínuo. Antes do início do estudo, realizou-se uma verificação de funcionamento do sistema por 24h, com um total de 50L de água de área molhada por tanque. Em seguida, as pós-larvas foram transferidas da incubadora para os tanques, com uma distribuição aleatória de 2500 pós-larvas por tanque.

### 2.4 | Controle dos parâmetros físico-químicos da água

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados quatro vezes ao dia: às 6h, 12h, 18h e 24h, durante as 72h da etapa experimental. Utilizou-se um medidor multiparâmetro digital (HANNA® instruments, Equador), com a sonda posicionada a uma profundidade de 15cm por cerca de 3 minutos para medir a temperatura (°C), o oxigênio (mg/L), o pH, o amônio (mg/L), os nitritos (mg/L) e o CO<sub>2</sub> (mg/L). O volume de água foi ajustado para manter os parâmetros físico-químicos adequados. Diariamente, 20% da água foi substituída em todos os tanques, utilizando um tambor de extração e a técnica de sifonagem para remover resíduos tóxicos, como fezes e restos de alimentos não consumidos pelos peixes.

### 2.5 | Dietas experimentais

As pós-larvas de *Piaractus brachypomus* foram estocadas em uma densidade de 50.000 indivíduos/m<sup>3</sup> de água. Cada tanque experimental continha 2.500 indivíduos em um volume de 0,05m<sup>3</sup>, totalizando três repetições para cada tipo de dieta experimental, as quais são detalhadas a seguir:

**Zooplâncton (T0):** grupo controle. Cultivou-se a pulga-d'água (*Daphnia pulex*) com um pano de larvicultura de 300 microns. A pulga-d'água foi colhida do tanque destinado à produção desses microrganismos e colocado em um recipiente plástico para ser transferido ao laboratório com oxigenação controlada. Foram realizados diversos processos de purificação por meio de lavagem com água filtrada para obter *D. pulex* isenta de impurezas e de organismos indesejáveis que possam comprometer a sobrevivência das pós-larvas.

**Spirulina (T1):** o processo de fornecimento de espirulina consistiu em adicionar 2mg por tratamento, pesando e depositando essa quantidade em um béquer com 200mL de água. A mistura foi agitada vigorosamente para garantir a dissolução completa da espirulina, sendo então distribuída nos tanques correspondentes.

**Ração comercial (T2):** a alimentação dos peixes foi baseada na ração extrusada Skretting Nutra 0, produzidas pela Skretting Nutreco Company, com granulometria em pó de 300 micras e composição nutricional de 48% de proteína bruta, recomendada para a fase de pós-larvas. A ração comercial foi peneirada, dissolvida em água e agitada para homogeneizar a solução antes de fornecê-la ao tratamento correspondente.

**Artemia salina (T3):** do funil de incubação de *Artemia salina*, foram retirados 100mL de água, e as artêmias foram coletadas em uma peneira de 200 microns para obter espécimes limpos. Em seguida, as artêmias foram enxaguadas com água limpa para remover o excesso de sal das amostras e, por fim, pesadas para o fornecimento, conforme o método descrito por Dhont et al. (2013).

As pós-larvas de *P. brachypomus* foram alimentadas *ad libitum* a cada 2h, de acordo com os tratamentos definidos, considerando que o consumo alimentar diário das pós-larvas corresponde a aproximadamente 20 a 30% de seu peso corporal.

Na Tabela 1, são apresentados os detalhes da composição nutricional das dietas utilizadas no experimento.

**Tabela 1.** Composição nutricional das dietas utilizadas no experimento

Composição Nutricional	Tratamentos			
	Zooplâncton (T0)	Spirulina (T1)	Ração comercial (T2)	Artemia salina (T3)
Proteína bruta (% mínima)	40,0	60,0	48,0	54,0
Gordura (% mínima)	15,0	5,3	8,0	14,2
Umidade (% mínima)	90,0	9,0	12,0	6,4
Matéria Mineral (% máxima)	10,0	10,0	12,0	6,3
Fibra Bruta (% máxima)	7,0	2,0	5,0	23,3
Fósforo (% mínima)	1,4	0,5	1,8	7,6
Cálcio (% mínima)	0.2	0,3	-	3,7

2.6 | Operacionalização de variáveis

Procedimentos padronizados foram estabelecidos para a coleta de dados, assegurando consistência e precisão, durante as 72h da etapa experimental. Para realizar as medições foi utilizada uma amostra equivalente a 2% da população total.

**Peso da pós-larva:** para obter o peso inicial (mg) das pós-larvas de *P. brachypomus*, procedeu-se à pesagem unitária. As pós-larvas foram previamente colocadas em papel absorvente para evitar que a água interferisse no peso real dos animais. As pós-larvas foram então transferidas para uma balança analítica, onde o peso foi cuidadosamente medido. O peso final das pós-larvas foi igualmente registrado ao fim do experimento, após as 72h de duração.

**Ganho de peso:** o incremento na massa corporal dos peixes foi calculado ao longo do

período experimental, medido em miligramas (mg). Para determinar o ganho de peso, utilizou-se a fórmula:

$$GP = \text{Peso corporal } F \text{ (mg)} - \text{Peso corporal } I \text{ (mg)}$$

GP: Ganho de peso; F: Final; I: Inicial.

**Taxa de crescimento absoluto (%/dia<sup>-1</sup>):** as fórmulas usadas para os parâmetros de crescimento são descritas por Hopkins (1992) e indicam que: a taxa de crescimento absoluto das pós-larvas de *P. brachypomus* é calculada com base na variação do seu peso durante o período da investigação

$$TCA(\%/dia^{-1}) = \frac{(\text{Pesofinal} - \text{Peso inicial})}{\text{Tempo}}$$

**Taxa de crescimento específica por peso (%/dia<sup>-1</sup>):** para calcular a taxa de crescimento específico por peso das pós-larvas de cachama, foi utilizada uma fórmula que quantifica a variação percentual do peso ao longo do período de estudo.

$$TCEP(\%/dia^{-1}) = \frac{\ln(PF) - \ln(PI)}{Tempo} \times 100$$

PF: Peso final; PI: Peso inicial.

**Tamanho da pós-larva:** um micrômetro digital foi utilizado para medir o tamanho (mm), e as médias de cada tratamento foram então calculadas.

**Taxa de crescimento específica pelo comprimento (%/dia<sup>-1</sup>):** a seguinte fórmula foi utilizada para calcular a taxa de crescimento específico do comprimento das pós-larvas de cachama, com base na variação percentual de seu comprimento ao longo do período de pesquisa:

$$TCEC(\%/dia^{-1}) = \frac{\ln(TF) - \ln(TI)}{Tempo} \times 100$$

TF: Tamanho final; TI: Tamanho inicial.

**Taxa de mortalidade:** a mortalidade foi verificada e registrada diariamente, com a remoção e quantificação dos animais mortos de cada tratamento, durante as 72h de duração da pesquisa.

$$Mortalidade (\%) = \frac{N \text{ de peixes mortos}}{N \text{ de peixes vivos}} \times 100$$

## 2.7 | Análises estatísticas

A metodologia utilizada para realizar a pesquisa foi experimental e quantitativa. Foi aplicado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dietas) e três repetições. Inicialmente, foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. Subsequentemente, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para avaliar os resultados, seguida pela aplicação do teste de comparação de médias de Tukey, com um nível de significância de  $p < 0,05$ , para os indicadores que demonstraram significância estatística. Os dados foram processados no programa estatístico SPSS, versão 2021 (IBM Corp, 2021).

## 3 | Resultados e Discussão

### 3.1 | Qualidade da água

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos parâmetros físico-químicos dos quatro tratamentos e seus respectivos desvios-padrão, medidos ao longo do período experimental. Os valores médios foram os seguintes: temperatura =  $26,56 \pm 0,05^\circ\text{C}$ ; pH =  $6,94 \pm 0,2$ ; oxigênio dissolvido =  $6,73 \pm 0,16$  (mg/L);  $\text{CO}_2$  =  $14,14 \pm 0,37$  (mg/L); amônia =  $0,023 \pm 0,003$  mg/L; nitrito =  $0,3 \pm 0,06$  mg/L. Ao longo do experimento, a qualidade da água manteve-se dentro dos parâmetros de conforto em todos os tratamentos, exceto no tratamento T2, que apresentou uma concentração de nitrito elevada (0,39mg/L), superior ao recomendado. O nitrito é um composto intermediário no ciclo do nitrogênio e é altamente tóxico para os peixes. Os peixes excretam nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ ) principalmente pelas brânquias e urina, contribuindo significativamente para a carga nitrogenada do ambiente. Além disso, a decomposição microbiana de resíduos alimentares não consumidos e de excretas representa uma fonte adicional de amônia. Em sistemas de cultivo, a ração comercial pode ser responsável por até 88% do nitrogênio total disponível na água. Esse nitrogênio amoniacal é oxidado por bactérias nitrificantes, resultando na formação de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) (Ingle de la Mora et al., 2003). As concentrações mais altas de nitrito no tratamento T2 podem indicar um aumento na carga de nutrientes e uma nitrificação incompleta, o que requer atenção cuidadosa para prevenir efeitos adversos nas pós-larvas (Avnimelech, 1999; Mahadik et al., 2024).

### 3.2 | Indicadores de crescimento

A Tabela 3 apresenta os indicadores de crescimento das pós-larvas de cachama alimentadas com diferentes dietas experimentais (T0, T1, T2 e T3). Os resultados mostram diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria dos indicadores avaliados, conforme indicado pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), apontando que a composição da dieta influencia diretamente o desempenho das pós-larvas. No início do estudo, as pós-larvas tinham um peso médio de  $0,38 \pm 0,03$  mg e um comprimento total médio de  $4,04 \pm 0,10$  mm.

**Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da água durante o período experimental em pós-larvas de cachama (*Piaractus brachipomus*) alimentadas com diferentes dietas experimentais

Dietas	Parâmetro					
	Temperatura (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/L)	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)
T0	26,56 ± 0,08	6,74 ± 0,09 <sup>a</sup>	6,61 ± 0,22	14,06 ± 0,27	0,02 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,02 <sup>a</sup>
T1	26,6 ± 0,01	6,89 ± 0,06 <sup>a</sup>	6,78 ± 0,07	14,17 ± 0,17	0,02 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,002 <sup>a</sup>
T2	26,53 ± 0,02	7,24 ± 0,05 <sup>b</sup>	6,77 ± 0,24	14,22 ± 0,46	0,03 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,39 ± 0,01 <sub>b</sub>
T3	26,55 ± 0,04	6,87 ± 0,06 <sup>a</sup>	6,78 ± 0,04	14,11 ± 0,63	0,02 ± 0,001 <sup>ab</sup>	0,27 ± 0,01 <sup>a</sup>
Média	26,56 ± 0,05	6,94 ± 0,2	6,73 ± 0,16	14,14 ± 0,37	0,02 ± 0,003	0,3 ± 0,06
Valor de p	0,382	0,0001	0,5892	0,9656	0,007	<0,0001

Letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey (p < 0,05). T0: Zooplâncton; T1: Spirulina; T2: Ração comercial; T3: *Artemia salina*.

**Tabela 3.** Indicadores de crescimento (média) em pós-larvas de cachama (*Piaractus brachipomus*) alimentadas com diferentes dietas experimentais

Indicadores	T0	T1	T2	T3	Valor de p
Peso final (mg)	1,31 ± 0,02 <sup>c</sup>	1,16 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,74 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,49 ± 0,06 <sup>d</sup>	<0.0001
Ganho de peso (mg)	0,93 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,81 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,09 <sup>d</sup>	<0.0001
Comprimento final (mm)	6,84 ± 0,14 <sup>c</sup>	6,13 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,8 ± 0,09 <sup>a</sup>	7,12 ± 0,10 <sup>c</sup>	<0.0001
Taxa de crescimento absoluto (g/dia)	0,31 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,27 ± 0,004 <sup>b</sup>	0,13 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,36 ± 0,03 <sup>d</sup>	<0.0001
Taxa de crescimento específico por peso (%/día <sup>-1</sup> )	43,07 ± 1,92 <sup>b</sup>	41,43 ± 1,51 <sup>b</sup>	25,48 ± 0,38 <sup>a</sup>	43,95 ± 4,1 <sup>b</sup>	<0.0001
Taxa de crescimento específico por comprimento (%/día <sup>-1</sup> )	18,05 ± 1,24 <sup>b</sup>	13,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	12,33 ± 0,86 <sup>a</sup>	18,9 ± 1,14 <sup>b</sup>	0.0002

Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey (p < 0,05). T0: Zooplâncton; T1: Spirulina; T2: Ração comercial; T3: *Artemia salina*.

As pós-larvas alimentadas com *A. salina* (T3) apresentaram o maior peso final (1,49 ± 0,06mg) e o maior ganho de peso (1,08 ± 0,09mg), com diferenças significativas em relação aos demais grupos (p < 0,05). Estes resultados indicam que a dieta com *A. salina* é a mais eficiente em promover o aumento de peso das pós-larvas de cachama. Isso pode estar relacionado com a natureza do alimento, pois o uso de alimento vivo na criação facilita sua detecção pelas pós-larvas no meio aquático, enquanto a ração comercial tende a permanecer na superfície, dificultando sua ingestão (Torres-Tabares et al., 2014). Estudos indicam que a *A. salina* é uma fonte rica em proteínas e ácidos graxos essenciais, fundamentais para o desenvolvimento de larvas de peixes (Oliveira et al., 2021).

Quanto ao comprimento final, as pós-larvas alimentadas com *A. salina* (T3) e zooplâncton (T0)

apresentaram os maiores valores, com médias de 7,12 ± 0,10mm e 6,84 ± 0,14mm, respectivamente, ambos significativamente superiores aos valores observados em T1 (Spirulina) e T2 (ração comercial). Dentre os grupos, T2 registrou o menor comprimento final, com 5,8 ± 0,09mm. Wocher et al. (2012) confirmaram o impacto da alimentação visual para larvas e os efeitos positivos de um regime de alimentação de 24h no crescimento e na sobrevivência, para o qual a disponibilidade contínua de alimento vivo é essencial.

Por outro lado, os melhores resultados de crescimento observados nos tratamentos T3 e T0 podem também ser atribuídos às características dos alimentos, compostos por organismos vivos com alto teor proteico e excelente digestibilidade. Além disso, a probabilidade de que as larvas se alimentem após a reabsorção do saco vitelino está fortemente

relacionada ao alinhamento entre o tamanho da presa e o tamanho da larva, além de fatores como a abertura bucal, o tipo de natação, a capacidade visual e a disponibilidade de alimento para cada larva (Hamre et al., 2008). Em contraste, os tratamentos T1 e T2, apesar de serem administrados com a mesma frequência, apresentaram menores ganhos de peso e tamanho. Isso é atribuído ao fato de que a digestibilidade do alimento fornecido nesses tratamentos é menor quando comparada a do alimento vivo.

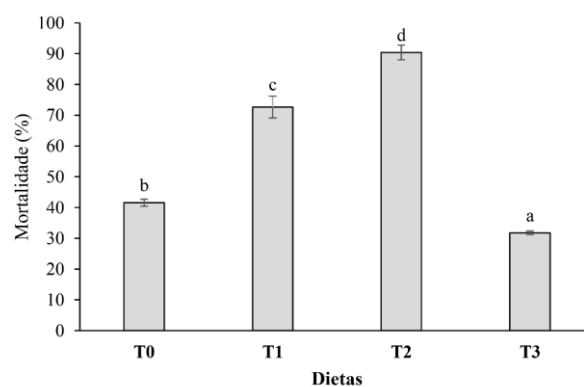
A variável taxa de crescimento absoluto mostrou diferenças significativas  $p < 0,05$ , entre todos os tratamentos. Os menores valores foram observados no T2 (dieta de ração comercial), e esse resultado foi consistente para as taxas de crescimento específico em peso e comprimento. Isso pode estar relacionado aos indicadores nutricionais da ração comercial, que podem estar no limite inferior de proteína, embora isso não seja refletido na ficha de sua composição (Cahu et al., 2001).

As taxas de crescimento específico, tanto por peso quanto por comprimento, também evidenciam as diferenças entre as dietas. O tratamento com *A. salina* (T3) apresentou a maior taxa de crescimento específico por peso, com  $43,95 \pm 4,1\%/dia^{-1}$ , seguido pelo zooplâncton (T0), com  $43,07 \pm 1,92\%/dia^{-1}$ . Em contraste, a ração comercial (T2) apresentou a menor taxa ( $25,48 \pm 0,38\%/dia^{-1}$ ). Estes valores indicam que as pós-larvas alimentadas com dietas naturais conseguem converter melhor os nutrientes ingeridos em biomassa.

A tendência no crescimento específico por comprimento foi similar, com T3 registrando a taxa mais alta, de  $18,9 \pm 1,14\%/dia^{-1}$ . O uso de *A. salina* se destaca mais uma vez por seu impacto positivo no desenvolvimento geral das pós-larvas, sendo uma dieta amplamente recomendada para estágios larvais de diversas espécies devido à sua composição rica em nutrientes essenciais para o crescimento rápido (Santos et al., 2021).

### 3.3 | Mortalidade

Conforme mostrado na Figura 1, há diferenças significativas na mortalidade das pós-larvas de cachama em função das dietas experimentais, com distinções evidenciadas pelas letras associadas aos tratamentos (teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 1.** Mortalidade (%) em pós-larvas de cachama (*Piarractus brachypomus*) alimentadas com diferentes dietas experimentais. Letras diferentes indicam uma diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). T0: Zooplâncton; T1: Spirulina; T2: Ração comercial; T3: *Artemia salina*.

O tratamento T3 (*A. salina*) apresentou a menor taxa de mortalidade (31,76%) e, consequentemente, sendo significativamente mais eficaz em comparação com os outros tratamentos. Isso reforça o papel da *Artêmia salina* como fonte alimentar de alta qualidade para larvas de peixes, devido à sua composição nutricional balanceada, especialmente rica em ácidos graxos essenciais e proteínas de fácil digestão. Estudos como o de Stańczak et al. (2017) e Murray et al. (2024) corroboram esses achados, indicando que a *A. salina* é altamente eficaz em promover a sobrevivência e o crescimento de larvas, especialmente em fases críticas de desenvolvimento. *A. salina* é conhecida pelo seu alto teor proteico e por ser um alimento vivo que favorece a assimilação de nutrientes e promove um desenvolvimento saudável nas etapas iniciais da vida dos peixes (Joshua et al., 2022). A mortalidade é um parâmetro importante para avaliar a saúde e o sucesso dos cultivos de Cachama, assim como para identificar possíveis problemas ou desafios na aquicultura (Gómez-Manrique e Calderon-Bernal, 2006).

O tratamento T0 (zooplâncton, controle) também se destacou como uma opção viável, com taxa de mortalidade intermediária (41,56%) em comparação com a spirulina (72,65%) e a ração comercial (90,37%). O zooplâncton é uma fonte alimentar natural adaptada às necessidades nutricionais das larvas de peixes, favorecendo a digestibilidade e a eficiência na conversão alimentar, o que pode justificar sua maior eficácia em relação à spirulina e à ração comercial (Ajiboye et al., 2011). Medeiros e Arthington (2008) destacam que o zooplâncton desempenha um papel essencial na

alimentação de pós-larvas, fornecendo um perfil nutricional adequado para o estágio inicial de desenvolvimento.

Por outro lado, o tratamento T1 (spirulina) apresentou uma taxa de mortalidade elevada (72,65%), sendo menos eficaz do que o zooplâncton (41,56%) e a *Artemia salina* (31,76%). Embora a spirulina seja reconhecida por seu valor nutricional em várias espécies de peixes, sua digestibilidade e a capacidade de fornecer todos os nutrientes necessários para larvas de cachama podem ser limitadas (Council, 2011). A espirulina, embora rica em nutrientes e conhecida por suas propriedades antioxidantes e imunomoduladoras, pode não ser suficiente como única fonte de alimentação para as pós-larvas. Além disso, outros fatores não relacionados à dieta podem estar influenciando a mortalidade (Alagawany et al., 2021).

O tratamento T2 (ração comercial) demonstrou a maior taxa de mortalidade (90,37%) indicando que essa dieta não é adequada para pós-larvas de *P. brachypomus*. A baixa sobrevivência pode estar associada à sobrealimentação, ao acúmulo de compostos nitrogenados e à consequente deterioração da qualidade da água, fatores que impactam negativamente a saúde das larvas (Yildiz et al., 2017). Dietas comerciais são formuladas para estágios mais avançados de desenvolvimento, podendo não suprir de maneira adequada as exigências metabólicas das pós-larvas (Hamre et al., 2013).

Os achados deste estudo corroboram os resultados de pesquisas anteriores. David et al. (2011) observaram diferenças significativas na sobrevivência de pós-larvas de *P. brachypomus* alimentadas com zooplâncton, *A. salina*, spirulina e ração comercial. Muñoz et al. (2010) também relataram diferenças significativas na sobrevivência de pós-larvas de *Brycon melanopterus* submetidas a dietas similares, concluindo que os melhores resultados foram obtidos com *A. salina*.

Os resultados sugerem que o tipo de alimento influencia significativamente a capacidade de sobrevivência das pós-larvas de cachama em cultivo. O tratamento com *A. salina* mostrou-se o mais eficaz para evitar a mortalidade, indicando que o uso de um alimento vivo pode ser benéfico nas etapas iniciais do desenvolvimento (Wolnicki et al., 2002). Em contraste, o tratamento com ração comercial, embora nutricionalmente completa, pode exigir ajustes na densidade de alimentação ou na gestão do sistema

para evitar o acúmulo de nutrientes e a deterioração da qualidade da água (Clavero et al., 2013). A espirulina, apesar de benéfica em muitos aspectos, parece não ser suficiente como única fonte de alimento neste contexto (Acosta Muñoz; Ortega Montenegro, 2007). Esses achados ressaltam a importância de uma estratégia adequada de alimentação e manejo do cultivo para favorecer a saúde e o crescimento das pós-larvas de cachama (Hua et al., 2019).

## 4 | Conclusão

Os achados deste estudo demonstraram que a dieta à base de *Artemia salina* apresentou as melhores respostas nos indicadores de crescimento e sobrevivência, favorecendo o desenvolvimento das pós-larvas. A utilização exclusiva de *A. salina* na alimentação das pós-larvas pode promover altas taxas de sobrevivência e crescimento. Alimentos vivos como primeira alimentação são cruciais para muitas criações de pós-larvas durante as fases iniciais, pois são mais fáceis de ingerir e digerir do que as microdietas. Em resumo, os resultados da presente pesquisa indicam que a alimentação das pós-larvas de *P. brachypomus* com *A. salina* é a mais adequada durante a fase inicial de alimentação.

## 5 | Declaração de Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## 6 | Comitê de Ética

Para este estudo não foi necessária a obtenção de licenças éticas.

## 7 | Referências

Acosta-Muñoz, A.H. et al. Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872). **Revista Veterinaria Y Zootecnia**, 4(1): 42-50, 2010.

Ajiboye, O. et al. A review of the use of copepods in marine fish larviculture. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 21(2): 225-246, 2011.

Alagawany, M. et al. Nutritional applications of species of Spirulina and Chlorella in farmed fish: A review. **Aquaculture**, 542: 736841, 2021.



Atencio-García, V. et al. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 25(1): 61-72, 2003.

Avnimelech, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, 176(3-4): 227-235, 1999.

Borah, K. et al. Physio-metabolic alterations in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) and native predator *Chitala chitala* (Hamilton, 1822) in presence of an invasive species *Piaractus brachypomus* (G. Cuvier, 1818). **Environmental Science and Pollution Research**, 31(38): 50686-50699, 2024.

Cahu, C.; Zambonino Infante, J. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. **Aquaculture**, 200(1-2): 161-180, 2001.

Carrera-Quintana, S.C.; Gentile, P.; Girón-Hernández, J. An overview on the aquaculture development in Colombia: Current status, opportunities and challenges. **Aquaculture**, 561: 738583, 2022.

Clavero, M. et al. Biodiversity in heavily modified waterbodies: native and introduced fish in Iberian reservoirs. **Freshwater Biology**, 58(6): 1190-1201, 2013.

Cordeiro, N.I.S. et al. High stocking density during larviculture and effect of size and diet on production of juvenile *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae). **Journal of Applied Ichthyology**, 32(1): 61-66, 2016.

Council, N.R. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2011. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/13039>>. Acesso em: 10 set. 2024.

David, C. et al. La dieta usada en la primera alimentación afecta la ganancia de peso y longitud total de larvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, 24(1): 48-54, 2011.

Dhont, J. et al. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. **Advances in Aquaculture Hatchery Technology**, 2013: 157-202, 2013.

Escobar L., M.D. et al. Delimiting Evolutionarily Significant Units of the Fish, *Piaractus brachypomus* (Characiformes: Serrasalminae), from the Orinoco and Amazon River Basins with Insight on Routes of Historical Connectivity. **Journal of Heredity**, 106(S1): 428-438, 2015.

Escobar L.M.D. et al. A new species of *Piaractus* (Characiformes: Serrasalminae) from the Orinoco Basin with a redescription of *Piaractus brachypomus*. **Journal of Fish Biology**, 95(2): 411-427, 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Informe de la FAO: La producción mundial de la pesca y la acuicultura alcanza un nuevo máximo histórico | FAO en Ecuador | Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2024. Disponível em: <<https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1696495/>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

Gisbert, E. et al. Development, nutrition, and rearing practices of relevant catfish species (Siluriformes) at early stages. **Reviews in Aquaculture**, 14(1), 73-105, 2022.

Gómez-Manrique, W.; Calderon-Bernal, J.M. Toxicidad aguda del sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) en alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) bajo condiciones de aguas blandas. **Orinoquia**, 10(1): 64-70, 2006.

Hamre, K. et al. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. **Reviews in Aquaculture**, 5(SUPPL.1): S26-S58, 2013.

Hamre, K. et al. Several micronutrients in the rotifer *Brachionus* sp. may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. **Aquaculture Nutrition**, 14(1): 51-60, 2008.

He, G. et al. China's food security challenge: Effects of food habit changes on requirements for arable land and water. **Journal of Cleaner Production**, 229: 739-750, 2019.

Hopkins, K.D. Reporting Fish Growth: A Review of the Basics1. **Journal of the World Aquaculture Society**, 23(3): 173-179, 1992.

Hua, K. et al. The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. **One Earth**, 1(3): 316-329, 2019.

IBM Corp. **IBM SPSS Statistics**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

Ingle de la Mora, G. et al. Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. **Hidrobiológica**, 13(4): 247-253, 2003.

Jomori, R. K. et al. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture

periods indoors. **Aquaculture**, 221(1-4): 277-287, 2003.

Jomori, R.K. et al. Stable carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquaculture Research**, 39(4): 370-381, 2008.

Joshua, W.J. et al. Development of enriched Artemia and Moina in larviculture of fish and crustaceans: a review. **Latin American Journal of Aquatic Research**, 50(2): 144-157, 2022.

Kolkovski, S.; Arieli, A.; Tandler, A. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. **Aquaculture International**, 5(6): 527-536, 1997.

Mahadik, P.U. et al. Effect of fermented rice bran as a carbon source for rearing genetically improved farmed Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), fry in biofloc system. **Aquaculture**, 592: 741246, 2024.

Medeiros, E.S.F.; Arthington, A.H. The importance of zooplankton in the diets of three native fish species in floodplain waterholes of a dryland river, the Macintyre River, Australia. **Hydrobiologia**, 614(1): 19-31, 2008.

Mena, C.F.; Bilsborrow, R. E.; McClain, M. E. Socioeconomic drivers of deforestation in the Northern Ecuadorian Amazon. **Environmental Management**, 37(6): 802-815, 2006.

Muñoz, A. et al. Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872)1. **Revista Veterinaria y Zootecnia**, 4(1): 42-50, 2010.

Murray, C.A. et al. Developing efficient feeding and weaning protocols for Betta splendens informed by larval digestive physiology. **Aquaculture**, 587: 740884, 2024.

Oliveira, M.A. et al. Estudo fitoquímico, toxicidade em *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) e atividade antibacteriana de *Pseudoxandra cuspidata* Maas. In: Oliveira, M.A. de; Cantuária, P. de C. (Orgs). **Plantas medicinais do estado do Amapá: dos relatos da população à pesquisa científica**. Macapá: Editora Científica, 2021. p. 153-165.

Ortiz-Naveda, N.R. et al. Descriptive cross-sectional study on major bovine diseases and associated risk factors in north-eastern Ecuadorian Amazon. **Brazilian Journal of Biology**, 83: e269508, 2023.

Prefectura-Pastaza. **Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de**

**Pastaza al año 2025: actualización 2019 (Administración 2019-2023)**. Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2019.

Prieto, M.; Atencio, V. Zooplankton in larviculture of neotropical fishes [Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales]. **Revista MVZ Cordoba**, 13(2): 1415, 2008.

Prusińska, M. et al. Effect of feeding barbel larvae (*Barbus barbus* (L, 1758)) *Artemia* sp. nauplii enriched with PUFAs on their growth and survival rate, blood composition, alimentary tract histological structure and body chemical composition. **Aquaculture Reports**, 18: 100492, 2020.

Sakamoto, K.; Lewbart, G.A.; Smith, T.M. Blood Chemistry Values of Juvenile Red Pacu (*Piaractus brachipomus*). **Veterinary Clinical Pathology**, 30(2): 50-52, 2001.

Santos, F.A.C.; Da Costa Julio, G.S.; Luz, R.K. Stocking density in *Colossoma macropomum* larviculture, a freshwater fish, in recirculating aquaculture system. **Aquaculture Research**, 52(3): 1185-1191, 2021.

Sirén, A. El consumo de pescado y fauna acuática silvestre en la amazonía ecuatoriana. **FAO Copescal Documento Ocasional**, 12(1): 1-28, 2011.

Stańczak, K. et al. The use of live and frozen *Artemia salina* nauplii enriched with fluorochromes for mass-marking vendace *Coregonus albula* (L.) larvae. **Journal of Applied Ichthyology**, 33(6): 1173-1177, 2017.

Torres-Tabares, A. et al. Características morfológicas, morfométricas, merísticas y manejo de la primera alimentación de larvas de escalor altum (*Pterophyllum altum*) (Pellegrin, 1903). **Orinoquia**, 18: 183-192, 2014.

Wheeler, T.; Von Braun, J. Climate Change Impacts on Global Food Security. **Science**, 341(6145): 508-513, 2013.

Woche, H.; Harsányi, A.; Schwarz, F.J. Larviculture of burbot (*Lota lota* L.): larval rearing using Artemia and weaning onto dry feed. **Aquaculture Research**, 44(1): 106-113, 2012.

Wolnicki, J.; Kamiński, R.; Myszkowski, L. Temperature-influenced growth and survival of burbot *Lota lota* (L.) larvae fed live food under controlled conditions. **Fisheries & Aquatic Life**, 10(1): 109-113, 2002.

Yildiz, H.Y. et al. Fish Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces—A Review. **Water**, 9(1): 13, 2017.