

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NO CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE LARVAS DE LAMبارI *Astianax bimaculatus*

Ida Rúbia Machado Moulin¹, Ueldiane Quintiliano Lins², Mateus Fossi Rodrigues³, Aparecida de Fátima Madella de Oliveira³, Paulo José Fosse³

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil. CEP: 28013-602. idarubiammoulin@gmail.com

²Universidade Federal do Espírito Santo / Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil. ueldianeql04@gmail.com

³Instituto Federal do Espírito Santo – campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre-ES, Brasil. mateus.rodriques@ifes.edu.br; amadella@ifes.edu.br; paulo.fosse@ifes.edu.br

Resumo

Objetivou-se determinar a influência da densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de larvas de lambari *Astianax bimaculatus* submetidos à larvicultura intensiva. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Espírito Santo - campus de Alegre, usando 24 unidades experimentais de 10 litros, em sistema de recirculação de água com sistemas de filtros. Seis tratamentos com densidades de 1 a 6 larvas por litro foram testados em delineamento inteiramente casualizado, alimentando as larvas com náuplios de artêmia e ração comercial (55%PB). As densidades menores levaram a um crescimento mais substancial das larvas, enquanto densidades maiores tiveram impactos negativos no ganho de peso. As condições de cultivo mantiveram parâmetros de pH, oxigênio dissolvido e temperatura favoráveis. A sobrevivência não variou significativamente entre os tratamentos, embora a menor densidade tenha demonstrado desempenho superior. Este estudo destaca a importância da densidade de estocagem na criação de peixes e a necessidade de abordagens abrangentes na aquicultura para garantir produção sustentável e qualidade.

Palavras-chave: Larvicultura intensiva. Peixes. Sistema de produção.

Área do Conhecimento: Aquicultura.

Introdução

Nos rios brasileiros, uma espécie de destaque é o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*), cuja característica marcante reside na coloração amarelada de suas nadadeiras caudal e anal, diferenciando-o de outras espécies de lambaris (STEVENATO, 2017). Este peixe, de porte pequeno e hábito alimentar onívoro, é capaz de atingir até 15 cm de comprimento e 60 gramas de peso, destacando-se por seu rápido crescimento, o que o torna uma escolha propícia para criação em cativeiro (SALARO, et al. 2008).

A densidade de estocagem desempenha um papel fundamental no cenário da criação intensiva de peixes, notadamente no contexto dos lambaris-do-rabo-amarelo. Sua influência abrange aspectos cruciais do desempenho produtivo desses animais durante a fase de cultivo, impactando não apenas o crescimento, mas também a alimentação, o comportamento, as interações sociais (canibalismo), a taxa de sobrevivência e a qualidade da água (HECHT & UYS, 1997; IRWIN et al., 1999; BONGA, 1997; MACKINNON, 1982).

É essencial compreender o conceito de densidade de estocagem (DE), que se manifesta na relação entre a quantidade ou biomassa de peixes (incluindo ovos e larvas) e unidade de área ou volume de água (SOUZA et al., 2020). Esta medida pode ser expressa em termos de número de indivíduos por volume (juvenis/m³ ou larvas/L) ou em relação à biomassa por volume (kg/m³). A análise detalhada dessa métrica tem como alvo principal a maximização da produtividade ideais em um determinado volume de água (BALDISSEROTTO, 2009).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Frequentemente, peixes criados em DE mais baixas exibem taxas de crescimento favoráveis e uma notável porcentagem de sobrevivência, porém, essa abordagem resulta em uma produção limitada por unidade de área (GOMES et al., 2000), indicando uma subutilização do espaço disponível. Em contraste, quando os peixes são mantidos em densidades mais elevadas, é comum observar um crescimento reduzido (EL-SAYED, 2002), níveis de estresse mais pronunciados (IGUCHI et al., 2003), além da possibilidade de ocorrer interações sociais que conduzem à produção de lotes de peixes com tamanhos heterogêneos (CAVERO et al., 2003) ou até mesmo situações de canibalismo.

Neste contexto, objetivou-se determinar a influência da densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de larvas de lambari *Astianax bimaculatus* submetidos à larvicultura intensiva.

Metodologia

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo – campus de Alegre. Aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com animais (CEUA) conforme protocolo: 23147.002445/2022-89.

Para a obtenção das larvas foi formado um plantel de reprodutores *Astianax bimaculatus*, que foram estocados em tanque escavado, no setor de Aquicultura do Ifes- campus de Alegre. A seleção das larvas para o experimento incluiu apenas as aptas ao consumo de alimento exógeno, possuindo as seguintes características: capacidade de natação orientada, vesícula vitelínica reduzida, ânus e boca abertos e com movimentação ativa.

Foi utilizado um sistema de larvicultura intensiva, composto por 24 unidades experimentais com um volume útil de 10 litros. Essas unidades foram equipadas com sistemas independentes de entrada e saída de água, permitindo circulação contínua. Além disso, um sistema de filtragem mecânica e biológica foi implementado, e controle de temperatura foi assegurado por meio de um aquecedor equipado com termostato. A vazão de água foi cuidadosamente regulada para viabilizar 20 renovações por dia nas unidades experimentais.

Nestas condições experimentais, foram testados seis tratamentos, (1, 2, 3, 4, 5 e 6 larvas/L), com quatro repetições por tratamento, em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC).

A alimentação foi proporcional às densidades de estocagens testadas. Foi realizado uma estratégia de alimentação conjunta, utilizando como alimento vivo náuplios de artêmia. A quantidade de náuplios foi reduzida gradualmente nos últimos três dias para 75%, 50% e 25% do total ofertado, respectivamente. Como alimento inerte, foi utilizada uma ração comercial extrusada (Tabela 1), comercializada em forma de pó, indicada para fases iniciais de peixes tropicais carnívoros e onívoros. Esta ração foi peneirada até obterem-se partículas de 350 a 500 µm.

Foi adotada uma frequência alimentar, tanto de alimento vivo quanto de alimento inerte, de três vezes ao dia, sempre às 7h, 12h e 17h horas. Primeiramente, foi fornecido o alimento vivo e, após aproximadamente 5 minutos, o alimento inerte. O alimento inerte foi ofertado *ad libitum*.

Tabela 1- Níveis de garantia do alimento inerte utilizado na larvicultura intensiva de peixes

Especificação	Níveis de garantia
Proteína (mín.)	55,0%
Extrato Etéreo (mín.)	10,0%
Fibra Bruta (máx.)	5,0%
Cálcio (máx.)	2,0%
Fósforo (mín.)	1,0%
Cinzas (máx.)	10,0%
Vitamina C	500,0 mg

Fonte: os autores.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Não foi adotado programa de luz artificial, seguindo o fotoperíodo natural, com aproximadamente 13 horas de luz. O monitoramento do oxigênio, temperatura e pH da água foi realizado diariamente, às 9h. O oxigênio/temperatura foi monitorado com o auxílio de oxímetro digital modelo F1550 da YSI, e o pH com pHmetro digital modelo F1010 da YSI, ambos com precisão de duas casas decimais.

As unidades experimentais foram sifonadas diariamente às 14h para retirada das fezes, restos de alimentos e larvas mortas.

A mortalidade foi registrada logo após o primeiro trato e durante a limpeza das unidades experimentais, em ambos os casos as larvas mortas foram retiradas, com auxílio de pipeta.

Para avaliar o crescimento e a sobrevivência, foi realizada uma biometria inicial e uma ao final do experimento. Foram mensurados comprimento total e peso úmido das larvas de lambari. A partir dos dados biométricos, foram calculados: taxa de crescimento específico em peso (TCE peso) = $(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \times 100 / \text{intervalo de tempo (dias)}$ e a sobrevivência $(N^\circ \text{ de larvas final} / N^\circ \text{ de larvas inicial} - N^\circ \text{ de larvas coletadas para biometria}) \times 100$, de cada unidade experimental.

Os resultados foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA), considerando os resultados médios de cada unidade amostral. Para os resultados que apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa R.

Resultados

As larvas de lambari apresentaram peso médio inicial de $4,96 \pm 1,06$ g e comprimento médio inicial de $3,27 \pm 0,7$ cm. A análise dos resultados relativos aos parâmetros de qualidade da água revela um ambiente favorável para o cultivo dos lambaris. Os valores médios de pH ($7,38 \pm 0,40$ mg/L) e oxigênio dissolvido ($7,35 \pm 0,36$ mg/L) estão dentro das faixas recomendadas para peixes em clima tropical, enquanto a temperatura da água se manteve estável em torno de $27,8^\circ\text{C}$. Isso sugere que as condições ambientais foram adequadas ao longo do experimento, possivelmente minimizando fatores de estresse que poderiam afetar os resultados.

Contudo, ao observar os efeitos das diferentes densidades de estocagem nos lambaris, notam-se influências significativas nas variáveis de desempenho, como peso final, comprimento final, taxa de crescimento específico (TCE) e ganho de peso (Tabela 2). O tratamento 1 se destaca, mostrando um desempenho superior em todas essas métricas em comparação com os demais tratamentos. Esse resultado sugere que uma densidade de estocagem mais baixa (1 larva por litro) pode ser mais favorável para o crescimento e desenvolvimento dos lambaris, promovendo um maior ganho de peso e maior comprimento final.

Tabela 2- Desempenho dos lambaris em diferentes densidade de estocagem.

Variáveis	1	2	3	4	5	6
Peso final (mg)	261±83,6 ^a	186,7±28,8 ^{ab}	146±39,5 ^{bc}	122,9±22,8 ^{bc}	124,9±20,9 ^{bc}	83,9±19,0 ^c
Comprimento final (mm)	28,1±3,7 ^a	25,9±3,6 ^{ab}	23,5±1,3 ^{bc}	22,9±1,6 ^{bc}	22,83±1,7 ^{bc}	19,9±1,0 ^c
TCE	13,1±1,1 ^a	12,1±0,6 ^{ab}	11,3±1,0 ^b	10,7±0,7 ^{bc}	10,7±0,6 ^{bc}	9,4±0,8 ^c
Ganho de peso (mg)	256,1±85,2 ^a	186,7±28,8 ^{ab}	146±39,5 ^{bc}	122,8±22,8 ^{bc}	124,9±20,9 ^{bc}	83,9±19,0 ^c
Sobrevivência (%)	37,5±22,2 ^a	40±7,1 ^a	49,3±6,0 ^a	43,3±11,4 ^a	35±9,3 ^a	54,2±8,5 ^a

TCE: taxa de crescimento específico.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: os autores.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Por outro lado, os tratamentos 4, 5 e 6 apresentaram os ganhos de peso mais baixos, sugerindo que densidades de estocagem mais elevadas (4, 5 e 6 larvas/litro) podem ter impactado negativamente o crescimento dos peixes. Porém não houve diferença significativa na taxa de sobrevivência entre os tratamentos, conforme mostra a Tabela 2.

Discussão

Esses resultados corroboram as observações de Vilela e Hayashi (2001), que conduziram um estudo com juvenis de lambari em diferentes densidades de estocagem e constataram a ausência de influência da densidade de estocagem na sobrevivência. Além disso, eles são consistentes com as observações de El-Sayed (2002), que destacou que a criação em densidades elevadas frequentemente resulta em um crescimento reduzido, devido ao estresse (Salaro et al., 2003) e à intensa competição por alimento e espaço, comuns em densidades altas.

Entretanto, o presente estudo também identificou efeitos adversos relacionados à densidade de estocagem no ganho de peso, onde peixes criados em altas densidades acabam tendo um menor ganho de peso. Esses achados estão em linha com observações de Lazzari et al. (2011) em alevinos de jundiá, Maeda et al. (2010) em alevinos de tilápia, Brandão et al. (2004) em juvenis de tambaqui e Bittencourt et al. (2010) em juvenis de pacu.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que a densidade de estocagem exerce uma influência significativa sobre o crescimento em comprimento e peso do lambari-do-rabo-amarelo, enquanto não apresenta um impacto notável em sua sobrevivência. Esses achados ressaltam a importância intrínseca da densidade de estocagem como um fator crítico na criação de peixes, especialmente quando se trata de espécies específicas como o lambari-do-rabo-amarelo.

Em última análise, as conclusões deste estudo não apenas enriquecem o entendimento das complexas interações entre densidade de estocagem e desempenho de crescimento em peixes cultivados, mas também fornecem insights valiosos para o desenvolvimento de práticas de cultivo mais eficientes e sustentáveis na aquicultura. Essas informações têm implicações significativas para o setor, destacando a importância de considerar cuidadosamente a densidade de estocagem como parte integral do planejamento e gestão de sistemas de produção de peixes.

Referências

BALDISSEROTTO, B. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Santa Maria: Editora UFSM, 2009.

BITTENCOURT, L. S. et al. Crescimento de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887 submetidos a diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 839-847, 2010.

BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiology and Behavior**, v. 6, p. 89-101, 1997.

BRANDÃO, F. R.; VAL, A. L.; CUNHA, F. L. Influence of stocking density on the growth and energetic reserves of juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier) (Characidae, Serrasalminae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 2, p. 259-265, 2004.

CAVERO, B. A. S. et al. Growth, survival, and cannibalism of juvenile jaguar guapote (*Cichlasoma managuense*, Gunther 1867) cultured in tanks under different stocking densities. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 5, p. 413-420, 2003.

EL-SAYED, A. F. M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v. 33, n. 9, p. 621-626, 2002.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

GOMES, L. C. et al. Desempenho produtivo do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), mantido em diferentes densidades de estocagem, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1891-1897, 2000.

HECHT, T.; UYS, W. Stocking density. In: PILLAY, T. V. R.; D'ABRAMO, L. R. (Eds.). *Aquaculture desk reference*. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 182-188.

IGUCHI, K. et al. Effects of stocking density and feeding frequency on the growth of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) in the early rearing period. **Fisheries Science**, v. 69, n. 5, p. 965-969, 2003.

IRWIN, E. R. et al. Stocking density and size grading in pond culture of catfish (*Ictalurus punctatus*). **Progressive Fish-Culturist**, v. 61, n. 3, p. 183-188, 1999.

LAZZARI, R.; SALARO, A. L.; URBINATI, E. C. Stocking density effects on growth, size variation, and survival of fingerling jundia catfish (*Rhamdia quelen*) cultured in a biofloc system. **Aquaculture Research**, v. 42, n. 8, p. 1119-1125, 2011.

MACKINNON, A. M. The behaviour of fish and its sensory receptors. **American Scientist**, v. 70, n. 4, p. 379-385, 1982.

MAEDA, M.; MARTINS, M. I. M.; MARTINEZ, C. B. R. Growth performance and hematological responses in Nile tilapia fed with diets supplemented with propolis. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 10, p. e613-e620, 2010.

SALARO, A. L. et al. Parâmetros hematológicos e histopatológicos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína bruta e cultivados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1266-1274, 2008.

SOUZA, R. A. et al. Stocking density of tambaqui reared in cages: effects on growth, feeding behavior, water quality, and economic performance. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 29-40, 2020.

STEVANATO, F. B. *Astyanax bimaculatus*, o lambari-do-rabo-amarelo. **Revista de Aquicultura**, v. 3, n. 1, p. 37-42, 2017.

VILELA, A.; HAYASHI, C. Efeito da densidade de estocagem sobre o desempenho produtivo do lambari, *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000), em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 384-389, 2001.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e ao IFES- campus de Alegre pelo suporte e estrutura, permitindo a execução dessa pesquisa.