

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) SUBMETIDOS À DIETA SEMI-PURIFICADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA

Tamara Barros de MORAES¹
Edimar Lopes da COSTA²
Eduardo Akifumi ONO³
Elizabeth Gusmão AFFONSO⁴

Bolsista PIBIC/CNPq/INPA¹; Mestrando PPG-BADPI/INPA²; Doutorando PPG-AQUI/INPA/UNINILTON LINS; Orientador/COTI/INPA².

INTRODUÇÃO

O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), é a espécie mais cultivada na região Norte e a segunda mais produzida no Brasil (MPA, 2013). Isso se deve as suas características, tais como: resistência ao manejo e as doenças, aceita facilmente rações comerciais, apresenta crescimento rápido, bom rendimento de carcaça, ótima aceitação pelo consumidor e disponibilidade de juvenis ao longo do ano (Roubach *et al.* 2003; Pereira-Filho e Roubach 2010; Kubitz *et al.* 2012). Apesar das inúmeras pesquisas que contribuíram com o avanço na produção do tambaqui, são necessários, ainda, mais estudos que aumentem seu volume de produção. Dentre esses, a determinação de suas exigências nutricionais, cujos resultados poderão subsidiar a fabricação de rações mais digestíveis, com menor custo de produção e menor impacto ao ambiente.

A determinação de exigências nutricionais em peixes, geralmente, é realizada a partir de experimento tipo dose-resposta, onde se utiliza níveis de um determinado nutriente para obtenção do seu nível ótimo, para o bom desempenho da espécie (Vásquez-Torres 2005; Bicudo 2008). Todavia, o uso de diferentes ingredientes nas dietas, para obtenção da exigência nutricional, implica em desempenho diferenciado para a espécie.

O conceito de proteína ideal, que tem sido abordada por vários autores para determinar exigência nutricional de aminoácidos para peixes, é definido como a proteína ou a combinação de proteínas na dieta que não apresentem excesso ou deficiência de aminoácidos e que atendam a exigência nutricional da espécie (Pezzato *et al.* 2004; Girão 2005; Bomfim *et al.* 2008; Furuya *et al.* 2010). Portanto, deve fornecer quantidades e proporções adequadas de aminoácidos que atendam as necessidades de manutenção, crescimento, reprodução e reposição de tecidos (Bureau e Cho 1999).

A dieta é um dos fatores mais importante na piscicultura e garante ótima produtividade ao cultivo (Pezzato *et al.* 2004; Kubitz 2009). Em experimento de exigência nutricional em peixes, dietas formuladas com ingredientes purificados têm sido comumente utilizadas, todavia a disponibilidade dos nutrientes, principalmente os aminoácidos livres, tem sido questionada para o bom desempenho das espécies (Araripe 2009; NRC 2013). Vários alimentos proteicos de origem vegetal têm sido utilizados em substituição à farinha de peixe, por apresentarem menor custo, porém, com deficiência em alguns aminoácidos, se fazendo necessário à suplementação com aminoácidos sintéticos. Contudo, para um balanceamento adequado de aminoácidos é necessário o conhecimento das exigências nutricionais da espécie, principalmente para os aminoácidos essenciais mais limitantes na dieta (Bicudo 2008; Furuya *et al.* 2010).

A lisina é, normalmente, o primeiro aminoácido essencial e se encontra presente em elevada proporção no tecido muscular dos peixes, sendo limitante em muitos ingredientes utilizados na formulação de rações (Foster e Ogata 1998; Furuya *et al.* 2004; Bomfim *et al.* 2010). Portanto, o conhecimento deste aminoácido na exigência nutricional do tambaqui é uma informação importante que, certamente, contribuirá para a elaboração de dietas que atendam suas necessidades nutricionais. Nesse contexto, este trabalho pretende contribuir com os estudos sobre nutrição de espécies nativas de interesse para piscicultura da Amazônia, estudando os níveis ótimos de proteína na dieta de tambaqui, como parte de um projeto maior.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este trabalho foi realizado nas dependências do Laboratório de Fisiologia Aplicada à Piscicultura (LAFAP), da Coordenação de Tecnologia e Inovação (COTI) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM.

Rações Experimentais

As rações experimentais (30% de proteína bruta) foram elaboradas em lotes individuais e formuladas para conter seis níveis crescentes de Lisina HCL (0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4). As dietas foram processadas utilizando ingredientes semi-purificados (Tabela 1) que foram misturados, homogenizados e peletizados utilizando um picador de carne (modelo CAF, 22 – S), e seco em estufa (Maarconi/modelo MA 035) sob temperatura constante de 45-50°C, por 24 horas e, posteriormente, triturado (moedor). As rações experimentais foram armazenadas em sacos plásticos e mantidas em freezer (-20°C) até a sua utilização.

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de lisina (%)					
	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Caseína	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60
Gelatina	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Premix de Aminoácidos ¹	13,72	13,72	13,72	13,72	13,72	13,72
Dextrina	31,61	31,61	31,61	31,61	31,61	31,61
Celulose Microfina	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67
Carboximetilcelulose	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de canola	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
Fosfato Bicálcico	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Suplemento Mineral-Vitamínico	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
DL- α -tocoferol	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lisina HCL	0,00	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25
Asp: Glu (1:1)	6,38	5,93	5,48	5,03	4,58	4,13
PB (%)	30,4	30,7	31,4	31,1	30,5	31,1
Energia Bruta (kcal/kg)	398,7	406,1	405,4	403,9	406,3	410,0

¹(%) de aminoácidos

Delineamento experimental

Os juvenis de tambaqui foram adquiridos de uma piscicultura comercial da região, onde foram transportados até as instalações da Estação Experimental de Piscicultura do COTI/INPA, onde foram aclimatados em tanques de PVC de 500L, por duas semanas, às condições experimentais. Durante esse período, os peixes foram alimentados com ração comercial (36% PB), sendo privados de alimentação 24 h antes da biometria inicial. O experimento foi realizado sob condições laboratoriais, utilizando 450 juvenis de tambaqui, pesados (7,7 \pm 0,06 g) e agrupados em lotes de 25 peixes, os quais foram acondicionados em tanques circulares de PVC de 500 litros, com sistema de renovação parcial de água e aeração forçada, compondo seis tratamentos e três repetições, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado. Esses foram alimentados três vezes ao dia (9:00, 13:00 e 17:00 h) com dietas experimentais até saciedade aparente por um período de 90 dias.

Monitoramento da qualidade da água

As análises das variáveis físicas e químicas da água foram feitas no início e durante todo o processo experimental. Foram mensurados: concentrações de oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH), os quais foram determinados diariamente, utilizando sondas multiparamétricas. Semanalmente,

foram determinadas as concentrações de amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), segundo Verdouwet *al.*(1978), gás carbônico (CO_2), concentrações de nitrito (NO_2), alcalinidade e dureza, segundo Boyd e Tucker (1992).

Avaliação do desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui

A avaliação do desempenho zootécnico dos animais foi realizada a partir dos dados obtidos das biometrias inicial, quinzenal e final, e do consumo de ração que foram utilizados para o cálculo dos seguintes índices zootécnicos: Ganho de peso (GP): $\text{GP} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$; Ganho de peso diário (GPD): $\text{GPD} = [\text{Peso médio final (g)} - \text{Peso médio inicial (g)}] * 100 / \text{Peso médio inicial (g)} * \text{tempo (em dias)}$; Consumo médio de ração (CMR): $\text{CMR} = \text{Quantidade de ração fornecida (kg)} / \text{Número de peixes}$; Conversão Alimentar Aparente: (CAA): $\text{CAA} = \text{CMR} / [(\text{Peso médio final (g)} - \text{Peso médio inicial (g)})]$; Taxa de Crescimento Específico (TCE): $\text{TCE} = 100 \times (\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo}$; Taxa de Sobrevivência (TS): $\text{TS} = 100\% \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$ e Fator de condição (K): $\text{Peso (g)} * 100 / \text{comprimento total}^3$ ($K = P(100)/L^3$).

Análises estatísticas

Os resultados foram expressos em média \pm desvio-padrão. Após serem testados para os pressupostos de normalidade, linearidade e homoscedasticidade, os tratamentos foram comparados por análise de variância (ANOVA) unifatorial ($P < 0,05$). Quando verificada diferença entre os tratamentos, estes tiveram suas médias comparadas pelo teste DMS de Fisher ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor nutritivo de uma proteína na dieta depende da sua composição e absorção dos seus aminoácidos, os quais são divididos em essenciais e não essenciais. Esses são exigidos pelos peixes para dois propósitos: primeiro, para os processos que compreendem a manutenção da vida, e segundo, para o crescimento, que consiste na deposição de proteína (Hernández *et al.* 2007). Dentre os aminoácidos essenciais, destaca-se a lisina como o mais limitante para os peixes na fase de crescimento, exercendo importante papel na formação de colágeno e formação da carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a oxidação na mitocôndria (Alam *et al.* 2002; Espe *et al.* 2007)

O desempenho zootécnico é um conjunto de parâmetros fundamentais para avaliar o nível ideal de aminoácidos na dieta e, conseqüentemente, o bem estar dos animais em cultivo. A deficiência em aminoácidos essenciais, como a lisina, pode reduzir a utilização da proteína e, como conseqüência, retardar o crescimento, diminuir o ganho de peso e a eficiência alimentar, e reduzir a resistência a doenças pelo comprometimento do mecanismo de respostas imunológicas (Tesser *et al.* 2005; Bicudo 2008). No presente estudo, não houve diferenças significativas nos parâmetros de desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui, alimentados com dietas contendo seis níveis crescentes de lisina (0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4), resultados apresentados na tabela 2, os peixes alimentados com dieta com 1,8 % de lisina apresentou maior valor no ganho de peso, taxa de crescimento específico, consumo médio de ração individual, além de apresentar menor valor de conversão alimentar. Alimentação dos animais com as dietas com 2,1 e 2,4% de lisina apresentaram valores menores de ganho de peso e consumo médio de ração entre os níveis testados. Em estudos realizados com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) foram observados valores inferiores ao do presente estudo com nível ótimo de lisina de 1,5% na dieta para maximizar o desempenho (Bicudo 2008). O desempenho avaliado pela taxa de crescimento específico (TCE) variou entre 1,57 a 1,88% por dia. Os valores obtidos por Abimorad e Carneiro (2007) foram inferiores ao do presente estudo com TCE de 0,75 a 0,81% alimentando pacus (*Piaractus mesopotamicus*) de 11,1 g, com diferentes concentrações de proteína (22 e 25%), lipídios (4 e 8%) e carboidratos (41, 46 e 50%). Tesser *et al.* (2005) avaliaram a TCE de pacu, com peso inicial de 4,3 g, submetidos a dietas semi-purificadas com resultados de 3,15 a 3,53%, em diferentes níveis de arginina. Comparados aos do presente estudo, estes valores são superiores, o que pode ser uma conseqüência não só da diferença entre as dietas utilizadas, mas também pelo menor tamanho dos peixes, apresentando crescimento mais acelerado (Fracalossi 2002).

A taxa de sobrevivência (TS) dos peixes, durante todo o período experimental, foi de 100% e não foi observado rejeição às dietas experimentais. Os resultados de desempenho dos juvenis de tambaqui estão apresentados na Tabela 2.

A alimentação influencia de muitas formas o peixe e entre elas a qualidade da água no sistema de produção. Uma primeira conseqüência de alterações indesejáveis de qualidade da água é a ocorrência do estresse nos peixes, que ocasiona uma baixa imunidade reduzindo sua resistência a infecções bacterianas e fúngicas. Portanto, uma dieta pode melhorar o desempenho do animal e auxiliar na manutenção do bem estar metabólico (Gonçalves 2009).

Os valores de qualidade da água do presente estudo estão representados na Tabela 3. Os valores das variáveis monitoradas: pH 6,5 e 8,5, $\text{O}_2 > 5 \text{ mg/L}$, temperatura 28 a 32 °C, Condutividade elétrica 20 a 60 $\mu\text{S cm}^{-1}$, alcalinidade $< 20 \text{ mg}$, dureza total $> 30 \text{ mg/L}$, $\text{CO}_2 < 5,0 - 10,0 \text{ mg/L}$, mantiveram-se dentro da faixa aceitável para o cultivo de peixes tropicais (CONAMA 2005; Kubitzka 2003). As concentrações de nitrito e amônia, em todas as dietas experimentais testadas, manteve-se abaixo de 1 mg/L e como recomendada por Kubitzka (2003) para peixes tropicais. As variáveis

físicas e químicas da água não apresentaram diferenças significativas, com exceção da condutividade elétrica, devido os valores estarem diretamente relacionadas aos banhos de sal aplicados após as biometrias mensais.

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), consumo médio de ração individual (CMRI), e taxa de sobrevivência (TS), dos juvenis de tambaqui alimentados com diferentes níveis de lisina durante 90 dias.

Índices	Níveis de lisina (%)					
	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
PI (g)	7,73 \pm 0,06	7,73 \pm 0,06	7,77 \pm 0,06	7,73 \pm 0,06	7,73 \pm 0,06	7,73 \pm 0,06
PF (g)	22,23 \pm 1,30	21,90 \pm 2,01	21,26 \pm 2,97	23,92 \pm 2,25	20,03 \pm 1,60	19,89 \pm 2,40
GP(g)	14,50 \pm 1,36	14,17 \pm 2,05	13,49 \pm 2,96	16,19 \pm 2,31	12,29 \pm 1,66	12,16 \pm 2,35
CAA	3,61 \pm 0,26	3,61 \pm 0,33	3,89 \pm 0,68	3,39 \pm 0,45	4,08 \pm 0,39	4,11 \pm 0,63
TCE(%dia-1)	1,2 \pm 0,07	1,1 \pm 0,11	1,1 \pm 0,15	1,2 \pm 0,12	1,0 \pm 0,10	1,0 \pm 0,13
CMRI (%)	52,03 \pm 1,43	50,71 \pm 2,54	51,22 \pm 3,86	54,25 \pm 1,09	49,72 \pm 2,21	48,97 \pm 1,81
TS (%)	100	100	100	100	100	100

Tabela 3. Variáveis da água: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (O₂), temperatura, condutividade elétrica (CE), alcalinidade, dureza, gás carbônico, amônia, nitrito, e os níveis crescentes de Lisina HCL (Média \pm desvio padrão) representadas pelos números 1 (0,9), 2 (1,2), 3 (1,5), 4 (1,8), 5 (2,1) e 6 (2,4).

Variáveis da água	Níveis de lisina (%)		
	1	2	3
pH	6,18 \pm 0,03	6,18 \pm 0,05	6,19 \pm 0,03
O ₂ dissolvido (mg/L)	6,86 \pm 0,04	6,83 \pm 0,01	6,85 \pm 0,07
Temperatura (°C)	27,56 \pm 0,04	27,54 \pm 0,08	27,49 \pm 0,06
CE	23,21 \pm 0,15 ^a	22,96 \pm 0,28 ^{ab}	22,91 \pm 0,20 ^{ab}
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	4,82 \pm 0,07	4,80 \pm 0,13	4,95 \pm 0,28
Dureza (mg/L CaCO ₃)	2,23 \pm 0,07	2,22 \pm 0,13	2,30 \pm 0,07
CO ₂ (mg/L)	13,26 \pm 0,34	12,31 \pm 0,96	12,37 \pm 0,62
Amônia (mg/L)	0,38 \pm 0,01	0,39 \pm 0,02	0,48 \pm 0,11
Nitrito (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
	4	5	6
pH	6,20 \pm 0,04	6,11 \pm 0,04	6,17 \pm 0,05
O ₂ dissolvido (mg/L)	6,83 \pm 0,02	6,81 \pm 0,03	6,84 \pm 0,05
Temperatura (°C)	27,50 \pm 0,07	27,62 \pm 0,00	27,53 \pm 0,01
CE	23,03 \pm 0,09 ^{ab}	22,72 \pm 0,03 ^a	22,78 \pm 0,08 ^{ab}
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	4,83 \pm 0,07	4,74 \pm 0,17	4,75 \pm 0,08
Dureza (mg/L CaCO ₃)	2,35 \pm 0,11	2,19 \pm 0,04	2,33 \pm 0,09
CO ₂ (mg/L)	12,12 \pm 0,19	13,03 \pm 0,75	12,44 \pm 0,97
Amônia (mg/L)	0,39 \pm 0,02	0,36 \pm 0,00	0,38 \pm 0,01
Nitrito (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey (p<0,05)

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste estudo, não foi possível determinar a exigência de lisina (0,9, 1,2, 1,5, 1,8, 2,1 a 2,4%), pelo método dose-resposta, utilizando dieta semipurificada, devido não apresentarem diferenças significativas nos valores zootécnicos, porém, esse estudo servira como referencia para novos experimentos em busca da dieta capaz de melhorar o desempenho do tambaqui.

REFERÊNCIAS

- Abimorad, E.G.; Carneiro, D.J. 2007. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles-fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. *Aquaculture Nutrition*, 13: 1-9.
- Alam, M.S.; Teshima, S.I.; Koshio, S.; Ishikawa, M. 2002. Arginine requirement of juvenile japanese flounder *Paralichthys olivaceus* estimated by growth and biochemical parameters. *Aquaculture*, 205: 127-140.
- Araripe, M.N.B.A. 2009. Redução da proteína bruta e relações metionina+cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga. Tese de doutorado Universidade, Federal do Piauí, Teresina, 76p.
- Bicudo, A.J.A. 2008. Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887): proteína, energia e aminoácidos. Tese de Doutorado em Ciência Animal e Pastagens/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 123p.
- Bomfim, M.A.D.; Lanna, E.A.T.; Donzele, J.L.; Quadros, M.; Ribeiro, F.B.; Souza, M.P. 2010. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 1-8.
- Boyd, C.E.; Tucker, C.S. 1992. *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. 183 p.
- Bureau, D.P.; Cho, C.Y. 1999. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. *Aquaculture*, 179: 127-140.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, 23p
- Espe, M.; Lemme, A.; Petri, A.; El-Mowafi, A. 2007. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. *Aquaculture*, 263:168-178.
- Fracalossi, D.M. 2002. Brazilian Species. In: WEBSTER, C.D.; LIM, C. (Ed.). *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture*. New York: CABI Publishing, chap. 28: 388-395p.
- Furuya, W.M.; Furuya, V.R.B.; Boscolo, W.R.; Feiden, A.; Cyrino, J.E.P.; Pezzato, L.E.; Barros, M.M. 2010. *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 100p.
- Hernández, M.D.; Martínez, F.J.; Jover, M.; García, B.G. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*, 263: 159-167.
- Kubitza, F. 2009. Manejo na produção de peixes. Parte 6: Boas práticas nas despescas, manuseio e classificação dos peixes. In: Manejo Alimentar e nutricional: Tudo que você precisa saber. *Panorama da Aquicultura*, 111: 14-27.
- Kubitza, F. Campos, J.L.; Ono, E.A.; Istchuk, P. I. 2012. Panorama da Piscicultura no Brasil: Estatística, espécies, pólos de produção e fatores limitantes á expansão da atividade. Parte I. In: Aquicultura Brasileira: Como aproveitar o bom momento?, *Panorama da Aquicultura*, 22: 1-11.
- Kubitza, F. 2003. *Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiaí, São Paulo. 229 pp.
- Ministério Da Pesca E Aquicultura - MPA, 2013. Espécies cultivadas. Disponível em (www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/informacoes). Acesso em 01/02/2014.
- National Research Council (NRC). 2013. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Animal Nutrition Series*. National research Council of National Academies. Washington, DC. 363p.
- Tesser, M.B.; Terjensen, B.F.; Zhang, Y.; Portella, M.C.; Dabrowski, K. 2005. Free and peptide-based dietary arginine supplementation for the south American fish pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 443-453.
- Verdouw, H.; Van Eched, C.J.A.; Dekkers, E.M.J. 1978. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium siliclylate. *Water Research*, 12: 397-402.