



ARTIGO ORIGINAL

Níveis de proteína bruta na dieta de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*)

Crude protein levels in the diet of juvenile Brycon amazonicus

Bruno Olivetti de Mattos^{1*}
Guilherme Wolff Bueno²
Alexandre Honczaryk³
Manuel Pereira-Filho⁴
Rodrigo Roubach⁵

¹ Universidade Nilton Lins, Avenida Professor Nilton Lins, 3259, Parque das Laranjeiras, 69058-030, Manaus, AM, Brasil

² Universidade Estadual Paulista – Unesp, Avenida Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupy, 11900-000, Registro, SP, Brasil

³ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis, 69067-375, Manaus, AM, Brasil

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis, 69067-375, Manaus, AM, Brasil. † *In memoriam*

⁵ Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153, Roma, RM, Itália

*Autor correspondente:
E-mail: mattos.bo@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Aquicultura
Carcaça
Crescimento
Peixes nativos
Exigência proteica

KEYWORDS

Aquaculture
Carcass
Growth
Native fishes
Protein requirement

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis de proteína bruta sobre o desempenho de crescimento e composição corporal de juvenis de *Brycon amazonicus*. Quatro dietas experimentais foram formuladas contendo níveis crescentes de proteína bruta (PB) em 30, 35, 40 e 45%. Cada dieta foi fornecida a três grupos de juvenis de *Brycon amazonicus*, peso médio de estocagem inicial de $3,2 \pm 1,3$ g, por 60 dias sob um delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram estocados 50 peixes de forma aleatória em 12 tanques circulares com volume de 500 L a 28 °C. Os peixes foram avaliados para ganho individual de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP) e composição corporal. Ao final do experimento, a inclusão de 30% de PB apresentou desempenho inferior em relação aos três tratamentos restantes. Conforme TCE, TEP e umidade corporal, os peixes não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$), GP e CAA foram significativamente melhores ($P < 0,05$) quando os peixes foram alimentados com dietas com mais de 35% de inclusão CP. Entanto, o CAA foi maior nos peixes alimentados com dietas com mais de 40% de PB. Portanto, recomenda-se que juvenis de *Brycon amazonicus* devem ser alimentados com ração contendo entre 40 a 45% de inclusão para um crescimento satisfatório.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of crude protein levels on the growth performance and body composition of juvenile *Brycon amazonicus*. Four experimental diets were formulated to include increasing levels of crude protein (CP) at 30, 35, 40 and 45%. Each diet was fed to three groups of juvenile *Brycon amazonicus*, initial stocking weight of 3.2 ± 1.3 g, for 60 days under a completely randomized design. Fish were randomly stocked ($n = 50$ per tank) in 12 circular tanks of 500 liters volume at 28°C. They were evaluated for individual weight gain (WG), apparent feed conversion rate (AFCR), specific growth rate (SGR), protein efficiency ratio (PER), and body composition. At the end of the experiment, the 30% CP showed a lower performance than the remaining three tests. SGR, PER and fish body moisture were not affected by the dietary treatments ($P > 0.05$), WG and AFRCR were significantly better ($P < 0.05$) when fish were fed diets with more than 35% CP. Nonetheless, AFRCR was higher in fish fed diets with more than 40% CP. Therefore, juvenile *Brycon amazonicus* should be fed diets containing between 40 to 45% CP for satisfactory growth.

1 Introdução

Um fator limitante na produção de organismos aquáticos refere-se à formulação de dietas com baixo custo e que atendam às necessidades nutricionais dos animais (Turchini et al., 2013). Gonçalves (2007) salienta que na produção de peixes, os custos com rações e ingredientes podem representar 60% ou mais, sendo que este fato influencia diretamente no valor final do produto e na viabilidade do negócio. Nesse contexto, a proteína é um dos principais itens onerosos, especialmente no caso de animais juvenis que possuem altas exigências por proteína, de 30 a 50% na dieta (Le Boucher et al., 2012).

A espécie amazônica *Brycon amazonicus* popularmente conhecida como matrinxã, é muito apreciada e consumida, sendo umas das espécies mais produzidas comercialmente na região amazônica do Brasil. No entanto, Mattos et al. (2013) consideram a matrinxã uma espécie com grande potencialidade, não somente nesta região, mas também em outras regiões do Brasil, devido aos ótimos índices de desempenho produtivo nos diversos sistema de criação.

Entretanto, o principal problema para produção desta espécie está na fase inicial de desenvolvimento, pois apesar de existir uma tecnologia eficiente na reprodução e incubação, a fase de larvicultura ainda é pouco desenvolvida, o que compromete as fases subsequentes da produção de *B. amazonicus* (Soares, 2000).

Peixes do gênero *Brycon* têm hábito alimentar onívoro, e assim, aproveitam satisfatoriamente muitos alimentos (Goulding, 1980), apresentando índices zootécnicos favoráveis frente ao fornecimento de alimentos de origem animal e vegetal (Cyrino et al., 1986).

Neste contexto, diversos autores confirmaram o potencial de criação desta espécie, como Cyrino et al. (1986) comparando a alimentação de matrinxã com fontes de proteína animal e vegetal na dieta, com oferta de fontes alimentares vegetais alternativas, Mendonça et al. (1993) com teste de influência da fonte de proteína no desempenho de *B. amazonicus*, Pereira-Filho et al. (1995) ofertando diferentes níveis de proteína e fibra bruta nas dietas, Honczaryk (2007) por meio da avaliação da densidade de estocagem na fase de larvicultura em juvenis, e Ferreira et al. (2013) estudando o efeito da quantidade de proteína na dieta e treinamento físico sobre parâmetros fisiológicos e zootécnicos desta espécie.

No entanto, estudos com matrinxã ainda são incipientes e devem ser desenvolvidos a fim de auxiliar na determinação das exigências nutricionais desta espécie, principalmente para as fases iniciais de cultivo (Gomes & Urbinati, 2010).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de proteína sobre o desempenho e composição corporal de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus*.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Santo Antônio, localizada no Distrito de Rio Preto da Eva, no estado do Amazonas, durante 60 dias. Foram utilizados 600 juvenis de *B. amazonicus* com peso inicial médio de $3,2 \text{ g} \pm 1,3$, os quais foram adquiridos de um produtor local. Os juvenis passaram inicialmente por um período pré-experimental de 14 dias, para adaptação às novas condições.

Após o período de adaptação, os juvenis foram distribuídos em 12 tanques circulares de 1.700 L com volume útil de 500 L, os quais foram estocados na densidade de 50 peixes por tanque. Cada tanque apresentava controle independente da entrada e saída de água, e abastecimento por gravidade a partir de um reservatório com um fluxo contínuo de água (5 L min^{-1}).

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições, sendo considerado uma unidade experimental cada tanque circular com 500 L. Os tratamentos constituíram-se de diferentes níveis de proteína bruta: 30, 35, 40 e 45%.

A dieta foi fornecida três vezes ao dia (9:00, 13:00 e 17:00 horas) até a saciedade aparente e a quantidade de ração fornecida diariamente foi registrada a fim de calcular o consumo dos peixes. A ração foi formulada com os ingredientes apresentados na Tabela 1, sendo que a farinha de peixe foi produzida localmente, a partir de descarte da espécie de peixe *Semaprochilodus insignis*.

Tabela 1. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais para *Brycon amazonicus*.

Table 1. Ingredients and centesimal composition of experimental diets for *Brycon amazonicus*.

Ingredientes (%)	Nível de Proteína (%)			
	30	35	40	45
Farinha de peixe	2	7	18	38
Farelo de soja	40	43	43	30
Farinha de milho	40	36	27,5	24
Farelo de glúten de milho	5	5	5	5
Celulose	3	0	0	0
Óleo de soja	7	6	4	0,5
Vitaminas e minerais mix ¹	2	2,5	2,5	2,5
Composição centesimal (%)	Nível de Proteína (%)			
	30	35	40	45
Matéria Seca (MS)	90,7	91	91,3	91
Proteína bruta (PB)	29,4	34	40,4	45,1
Lipídio (L)	12,3	11,3	9,7	7,5
Cinzas (CZ)	5,2	6,7	8,8	13,1
Extrato de nitrogênio livre (ENL) ²	43,8	39	32,4	25,3
ED (kJ/g) ³	12,57	13,12	13,34	13,42
ED/PB	23,39	25,91	30,27	33,61

¹Fornecido por Kg da dieta: vitamina C (L-ascorbil-polifosfato-RovimixStay-C 25 Hoffman-La Roche), vitamina A 4.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, vitamina E 50 mg; menadiona 10 mg; cloreto de colina 500 mg; niacina 80 mg; riboflavina 12 mg; piridoxina 10 mg; tiamina 10 mg, ácido pantotênico 32 mg, ácido fólico 2 mg, vitamina B12 8 mg; etoxiquina (antioxidante) 125 mg; Zn 150 mg; Fe 44 mg; Mn 25 mg; I 5 mg; Cu 3 mg; Co 0,05 mg.

² ENL, calculado pela diferença (MS - PB - L - CZ).

³ED, energia digestível calculado com base no NRC de 1993.

Os níveis de proteína foram ajustados entre as dietas, alternando a proporção de farelo de soja, farinha de peixe e farinha de milho. Todos os demais componentes foram mantidos em percentagens iguais, com exceção do óleo de soja, que sofreu variação. Desta forma, todas as dietas foram isocalóricas ($318,4 \pm 3,6$ Kcal/100 g). Os valores da energia digestível (ED) foram calculados com base nos valores publicados para *Ictalurus punctatus* (National Research Council, 2011).

Os ingredientes utilizados nas rações foram pesados e moídos em moinho com peneira de malha dois milímetros de diâmetro e, em seguida foram adicionados os micronutrientes, os conservantes e posteriormente o óleo de soja. As rações fareladas foram submetidas ao processo de extrusão para obtenção de pellets com quatro milímetros de diâmetro, sendo as mesmas secas em estufa de circulação de ar forçada a 50°C para posterior embalagem e utilização. Todas as dietas preparadas continham teor de umidade inferior a 10% e foram mantidas em sacos plásticos à temperatura controlada de -10°C.

Aos 30 dias iniciais e ao final do experimento, após jejum de 24 h, retirou-se aleatoriamente 30% de indivíduos (60 peixes) de cada tratamento para biometria, sendo anestesiados com 100 mg L⁻¹ de benzocaína para avaliação do peso e comprimento corporal. Diante disto, foi possível avaliar o peso individual (g), o ganho de peso individual (g), a conversão alimentar aparente [ganho de peso individual/consumo de alimento seco individual], a taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia): $[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{dias de criação}] \times 100$, a taxa de eficiência proteica (TEP): [ganho de peso/proteína alimentar] e a relação da proteína bruta e energia digestível e proteína bruta (ED/PB).

No final do experimento, foram coletados e insensibilizados cinco peixes de cada tanque por meio da secção da medula e sangria por corte das brânquias. Em seguida, os peixes abatidos

foram triturados e misturados, formando uma amostra composta, para realização das análises bromatológicas (Association of Official Analytical Chemists, 2010). As análises foram realizadas em triplicata para determinação dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta na matéria integral e cinzas de acordo com o proposto pela Association of Official Analytical Chemists (2010).

Diariamente, durante o período experimental foram realizadas avaliações da qualidade de água dos tanques de cultivo, sendo mensurada a temperatura (°C), o oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) com um oxímetro digital portátil (YSI modelo 55 Hexis), pH e alcalinidade (ppm) com aparelho da Hach (Espectrofotômetro Visível DR2800).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) utilizando o programa computacional SYSTAT e quando observadas diferenças estatísticas foi realizado o teste de Duncan.

3 Resultados e Discussão

Os valores médios dos parâmetros de qualidade de água permaneceram dentro dos limites preconizados para o desenvolvimento de peixes tropicais (Boyd, 2003) e ambientalmente aceitos para aquicultura (água de classe II) de acordo com a Resolução nº 357 de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

As variáveis de sobrevivência, peso final, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico não foram influenciadas ($P > 0,05$) pela densidade de estocagem. Entretanto, observou-se um efeito linear positivo ($P < 0,01$) sobre as variáveis de biomassa final, ganho de biomassa e consumo de ração, que aumentaram proporcionalmente com a densidade de estocagem (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência proteica (TEP) de *Brycon amazonicus* alimentados com diferentes níveis de proteína bruta.

Table 2. Average values of initial weight (IW), final weight (FW), weight gain (WG), apparent feed conversion rate (AFCR), specific growth rate (SGR), protein efficiency ratio (PER) of *Brycon amazonicus* fed with different levels of crude protein.

Parâmetros	Nível de Proteína (%)			
	30	35	40	45
PI (g)	3,10 ± 0,38	3,23 ± 0,23	3,40 ± 0,21	3,07 ± 0,18
PF (g)	47,73 ± 1,44a	51,00 ± 5,76ab	58,93 ± 0,44bc	59,33 ± 2,80bc
GP (g)	44,63 ± 1,80a	47,77 ± 5,99ab	55,53 ± 0,37ab	56,27 ± 2,62b
CAA	1,87 ± 0,08a	1,48 ± 0,19b	1,35 ± 0,09b	1,27 ± 0,07b
TCE	4,58 ± 0,27	4,59 ± 0,31	4,76 ± 0,88	4,94 ± 0,33
TEP	1,87 ± 0,03	1,97 ± 0,24	1,91 ± 0,10	1,79 ± 0,03

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

As variáveis de peso final individual (PF), ganho de peso individual (GP) e conversão alimentar aparente (CAA) apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) na medida em que o nível de PB na ração aumentava, evidenciando os menores índices na dieta de 30% de PB (Tabela 2). Já para a taxa de sobrevivência (TS), taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de crescimento específico (TCE), não houve diferenças significativas

($P > 0,05$), de modo que este resultado corrobora como os obtidos por Brandão et al. (2005) ao avaliarem o desempenho produtivo de matrinxã em sistema intensivo.

Os resultados relativos aos parâmetros de desempenho obtidos neste trabalho complementam os estudos de Pereira-Filho et al. (1995), que ao testarem três níveis de PB (19, 25 e 31%) na alimentação de juvenis de matrinxã, concluíram

que o acréscimo de PB na dieta proporcionou um maior peso final e ganho de peso. Izel et al. (2004) testando cinco níveis de proteína (16, 19, 22, 25 e 28%) também para juvenis de matrinxã estocados em viveiros escavados, relataram que níveis de 28% de PB na dieta atendem às necessidades proteicas para esta espécie. Ferreira et al. (2013) avaliando a interação entre os efeitos do treinamento físico e da quantidade de proteína na dieta na alimentação de alevinos de *B. amazonicus*, constataram que os grupos alimentados com dietas contendo 45% de proteína, apresentam ganho de peso em 29%, o que evidencia o incremento proteico sobre a biomassa. Borghetti et al. (1991) por meio da avaliação do efeito do aumento de níveis de inclusão de PB nas dietas (30, 35 e 40 % de PB) para juvenis de *Brycon orbignyianus* cultivados em tanques-rede, concluíram que peixes alimentados com níveis de proteína bruta de 40% de PB apresentaram maior peso final e ganho de peso. Werder & Saint-Paul (1978) recomendam o uso de dietas contendo 35% de PB para juvenis de matrinxã cultivados em viveiros escavados, corroborando com Mendonça et al. (1993) que recomendam esse percentual de inclusão ao avaliar o crescimento de *Brycon cephalus* no mesmo sistema de cultivo.

Assim, esse experimento está em consonância com os resultados obtidos nos estudos citados, uma vez que os níveis de proteína testados são próximos, sendo que, os melhores resultados foram encontrados para as maiores taxas proteicas da dieta.

A CAA apresentou os melhores índices quando o nível de PB na dieta foi elevado, demonstrando uma diferença significativa para a dieta com 30% de PB em relação às demais (Tabela 2). Os indicadores de CAA deste experimento mantiveram-se próximos aos encontrados por Sá & Fracalossi (2002), de 1,06 a 1,76, ao estudarem a exigência proteica e a relação energia/proteína em dietas com 24, 26, 29, 32, 36 e 42% de PB para juvenis

de *Brycon orbignyianus*. Fernandes et al. (2000), ao avaliarem fontes e níveis de PB (22, 26 e 30%) em dietas para juvenis de *Piaractus mesopotamicus*, observaram que os melhores índices de CAA foram para as dietas de maior nível proteico. Corroborando com esta afirmação, Izel et al. (2004) ao avaliar os níveis proteicos de 16, 19, 22, 25 e 28% de PB para juvenis de matrinxã, constataram que o nível proteico de melhor valor para CAA esteve entre 25 e 28%.

A TCE observada assemelha-se à encontrada por Signor et al. (2010), ao avaliarem o desempenho de *Piaractus mesopotamicus* criados em tanques-rede alimentados com dietas de 25, 30 e 35% de PB, que não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Resultados similares foram obtidos por Fernandes et al. (2001), por meio da análise da inclusão da farinha de peixes e do farelo de soja com níveis de 18, 22 e 26% de PB na dieta para a mesma espécie. Mattos et al. (2013) estudando o desempenho produtivo de *Brycon orthotaenia* cultivados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem, obtiveram o mesmo TCE observado neste estudo. Assim como Brandão et al. (2005), que avaliaram o desempenho de *Colossoma macropomum* na fase de recria e não observaram influência sob a TCE.

A TEP observada na Tabela 2, não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), corroborando com Sá & Fracalossi (2002), que testaram diferentes concentrações proteicas nas dietas de juvenis de *Brycon orbignyianus*.

Na análise realizada no laboratório, referente à composição corporal da carcaça, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os teores de umidade. Porém, para as variáveis extrato etéreo, proteína bruta e cinzas houve diferenças significativas entre os tratamentos, conforme demonstra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios da composição corporal da carcaça de *Brycon amazonicus* alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta.

Table 3. Average values of body composition of the carcass of *Brycon amazonicus* fed with different levels of crude protein in the diet.

Parâmetros (%) ¹	Nível de Proteína (%)			
	30	35	40	45
Umidade	65,1 ± 0,03	68,3 ± 0,08	62,1 ± 0,08	63,8 ± 0,07
Proteína bruta	17,8 ± 0,23a	16,5 ± 0,53a	21,4 ± 0,23b	20,3 ± 0,23b
Extrato Etéreo	14,6 ± 0,5a	12,4 ± 0,3b	13,1 ± 0,2c	11,7 ± 0,4d
Cinzas	2,6 ± 0,2a	2,3 ± 0,2a	3,4 ± 0,0b	3,7 ± 0,2b

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

¹Concentrações expressas em % de peso úmido.

Os valores observados podem ser considerados adequados para a espécie, e o tratamento que apresentou melhores índices na composição corporal foi o que recebeu 45% de PB, pois obteve maior teor de proteína, menor teor de extrato etéreo e esteve com nível de cinzas dentro dos valores padronizados para pescado.

Observou-se neste experimento, que o teor de PB aumentou e o extrato etéreo diminuiu, de maneira linear de acordo com o teor de proteína bruta da dieta. Esses resultados foram similares aos estudos de Bittencourt et al. (2010) que avaliaram níveis de PB para alevinos de piavuçu.

Este resultado atende às expectativas iniciais, uma vez que a dieta fornecida apresentava níveis de lipídeos decrescentes e

níveis de proteína crescentes (Tabela 1). Dessa forma, o teor de proteína foi inversamente proporcional ao teor de extrato etéreo na carcaça dos peixes. O aumento em 15% de proteína na dieta pode ter permitido o maior depósito corporal proteico, fazendo com que o gasto de ATP fosse maior e conseqüentemente ocorresse uma diminuição do extrato etéreo corporal (Bakke et al. 2010).

4 Conclusões

Nas condições em que o presente estudo foi realizado, pode-se concluir que os tratamentos com valores de 40 e 45% de proteína bruta proporcionam melhor desempenho e composição corporal de juvenis de *Brycon amazonicus*.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 17. ed. Washington, DC: AOAC, 2010. 1115 p.
- BAKKE, A. M.; GLOVER, C.; KROGDAHL, A. Feeding, digestion and absorption of nutrients. *Fish Physiology*, v. 30, p. 57-110, 2010. doi: 10.1016/S1546-5098(10)03002-5.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FREITAS, J. M. A. Proteína e energia em rações para alevinos de piavuçu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 12, p. 2553-2559, 2010. doi: 10.1590/S1516-35982010001200001.
- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C.; NOGUEIRA, S. V. G. A influência da proteína no crescimento do matrinxã (*Brycon orbignyanus*) em tanques-rede. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 51, n. 3, p. 695-699, 1991.
- BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, v. 226, n. 1-4, p. 101-112, 2003. doi: 10.1016/S0044-8486(03)00471-X.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 3, p. 299-303, 2005. doi: 10.1590/S0100-204X2005000300014.
- CYRINO, J. E. P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA-FILHO, M. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus*) (Eusteiostei, Characiformes, Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1986, Cuiabá. *Anais...* Piracicaba: ABRAq, 1986. p. 49-62.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKAMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 646-653, 2000. doi: 10.1590/S1516-35982000000300002.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 3, p. 617-626, 2001. doi: 10.1590/S1516-35982001000300003.
- FERREIRA, M. S.; ARIDE, P. H. R.; SILVA, M. N. P.; VAL, A. L. Efeito da quantidade de proteína na dieta e treinamento físico sobre parâmetros fisiológicos e zootécnicos de matrinxã (*Brycon amazonicus*, Günther 1869). *Acta Amazonica*, v. 43, n. 4, p. 429-446, 2013. doi: 10.1590/S0044-59672013000400005.
- GOMES, L. C.; URBINATI, E. C. Matrinxã (*Brycon amazonicus*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2010. p. 149-174.
- GONÇALVES, G. S. *Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para tilápia-do-nylo*. 2007. 98 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.
- GOULDING, M. *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. Berkeley: University of California Press, 1980. 280 p.
- HONCZARYK, A. Efeito da densidade de estocagem sobre a performance do matrinxã, *Brycon cephalus* Gunter, 1869 (Teleostei; Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8.; ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ABRAq, 1994. p. 51.
- IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis proteicos para nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). *Acta Amazonica*, v. 34, n. 2, p. 179-184, 2004. doi: 10.1590/S0044-59672004000200005.
- LE BOUCHER R.; DUPONT-NIVET M.; VANDEPUTTE M.; KERNEÏS T.; GOARDON L.; LABBÉ, L.; CHATAIN, B.; BOTHAIRE, M. J.; LARROQUET, L.; MÉDALE, F.; QUILLET, E. Selection for adaptation to dietary shifts: towards sustainable breeding of carnivorous fish. *PLoS One*, v. 7, n. 9, p. e44898, 2012. doi: 10.1371/journal.pone.0044898.
- MATTOS, B. O.; COSTA, A. C.; LEAL, R. S.; FREITAS, R. T. F.; PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO, T. A. Productive performance of *Brycon orthotaenia* in cages in different stocking densities. *Ciência Rural*, v. 43, n. 6, p. 1057-1062, 2013. doi: 10.1590/S0103-84782013005000058.
- MENDONÇA, J. O. J.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N. A.; CANTELMO, O. A. Influência da fonte proteica no crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus*, em viveiros. *Boletim Técnico do CEPTA*, v. 6, n. 1, p. 51-58, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 376 p.
- PEREIRA-FILHO, M.; CASTAGNOLLI, N.; STORTI FILHO, A.; OLIVEIRA PEREIRA, M. I. Efeito de diferentes níveis de proteína e de fibra bruta na alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon cephalus*. *Acta Amazonica*, v. 25, n. 1-2, p. 137-144, 1995. doi: 10.1590/1809-43921995252144.
- SÁ, M. V. C.; FRACALOSSO, D. M. Exigência proteica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2002. doi: 10.1590/S1516-35982002000100001.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 11, p. 2336-2341, 2010. doi: 10.1590/S1516-35982010001100004.
- SOARES, M. C. *Influência da triiodotironina (T3) no metabolismo energético e reprodução induzida do matrinxã (Brycon cephalus) Gunther, 1869, Teleostei: Characidae*. 2000. 142 f. (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2000.
- TURCHINI, G. M.; HERMON, K.; MORETTI, V. M.; CAPRINO, F.; Busetto, M. L.; BELLAGAMBA, F.; RANKIN, T.; FRANCIS, D. S. Seven fish oil substitutes over a rainbow trout grow-out cycle: II) effects on final eating quality and a tentative estimation of feed-related production costs. *Aquaculture Nutrition*, v. 19, n. 1, p. 95-109, 2013. Supplement. doi: 10.1111/anu.12046.
- WERDER, U.; SAINT-PAUL, U. Feeding trials with herbivorous and omnivorous Amazonian fishes. *Aquaculture*, v. 15, n. 2, p. 175-177, 1978. doi: 10.1016/0044-8486(78)90062-5.

Contribuição dos autores: Bruno Olivetti de Mattos realizou a escrita científica e a análise dos dados; Guilherme Wolff Bueno realizou a escrita científica e contribuiu com a revisão bibliográfica; Alexandre Honczaryk realizou os experimentos e contribuiu com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho; Manuel Pereira-Filho realizou os experimentos; Rodrigo Roubach realizou os experimentos e contribuiu com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho.

Agradecimentos: À Coordenação de Pesquisas em Aquicultura (CPAQ) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pelo financiamento do projeto, ao Atilio Storti Filho e à Maria Inês Pereira-Filho pelo auxílio no manejo experimental e nas análises laboratoriais, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de pesquisa aos autores.

Fontes de financiamento: Não houve fonte de financiamento.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.