



Exigência de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu

[Crude protein requirement to curimatã-pacu juveniles]

E.L. Santos¹, W.D.S. Oliveira¹, E.C. Soares¹, M.R. Lima¹, L.L.A. Silva¹,
S.S. Machado², J.M. Silva², C.F. Silva¹, F.F. Silva¹

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL – Centro de Ciências Agrárias – Rio Largo, AL

²Universidade Federal de Alagoas – UFAL – Instituto de Química e Biotecnologia – Maceió, AL

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a exigência de proteína bruta (PB) de juvenis de curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*). O experimento foi conduzido por um período de 60 dias, utilizando um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (dieta contendo 24,0; 28,0; 32,0 e 36,0% de PB) e cinco repetições cada, em que 100 juvenis (peso inicial de $0,33 \pm 0,01$ g) foram distribuídos em 20 aquários experimentais com volume de 130L, sendo considerada como unidade experimental uma caixa com cinco peixes, sob recirculação de água. Avaliaram-se o desempenho produtivo, o crescimento heterogêneo, os parâmetros morfométricos, fisiológicos e a viabilidade econômica das rações em função do nível de PB. Pela análise de regressão, foi verificado um aumento linear nos parâmetros de desempenho, morfométricos e fisiológicos, com o aumento do nível proteico nas rações. Quando comparados pelo teste de Tukey, o melhor resultado ($P>0,05$) foi obtido com 36% de PB. Verificou-se menor heterogeneidade de crescimento dos peixes à medida que se aumentavam os níveis de PB na ração. Assim, considerando também a viabilidade econômica, recomenda-se a utilização de rações com 36% de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu.

Palavras-chave: nutrição de peixe, peixe nativo, *Prochilodus argenteus*

ABSTRACT

The aim of this study was to determinate crude protein (CP) requirement to curimatã-pacu juveniles (*Prochilodus argenteus*). The experiment was conducted during 60 days in a completely randomized design, with four treatments (24.0, 28.0, 32.0 and 36.0% CP of diet) and five replications, where a hundred juvenile fishes (initial weight de 0.33 ± 0.01 g), were distributed in twenty tanks (130L each). Each tank with five juveniles was considered an experimental unit, with water recirculation. Performance, heterogeneous growth, morphometric and physiological parameters, and economic viability of the rations according to the CP levels were evaluated. For the regression analysis, a linear increase in performance, heterogeneous growth and morphometric and physiological parameters with increased of the protein in rations were observed. When compared by the Tukey test ($P>0.05$), the best results were obtained with 36% CP. There was lower fish growth heterogeneity as the levels of CP in the diet increased. Thus, taking into consideration the economic viability it is recommended to use feed containing 36% of crude protein to curimatã-pacu juveniles.

Keywords: fish nutrition, native fish, *Prochilodus argenteus*

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade zootécnica que vem conseguindo um desenvolvimento acelerado no Brasil, devido principalmente às condições climáticas adequadas para peixes tropicais e à

abundância de recursos hídricos naturais (Santos *et al.*, 2015).

O Rio São Francisco é um dos maiores rios do mundo e um grande celeiro de espécies de peixes endêmicas com potencial para piscicultura; assim, o conhecimento do manejo, da reprodução

e da nutrição dessas espécies pode proporcionar sua inserção no panorama atual do cultivo racional e auxiliar na manutenção de espécies nativas que, muitas vezes, sofrem como a pesca exploratória acentuada e dependem de estações de piscicultura para trabalhos de repovoamento (Meurer *et al.*, 2010).

O *Prochilodus argenteus* (curimatã-pacu) também é conhecido no Brasil como curimatã, curimba, curimatã, xira e papa-terra. É originalmente endêmico da bacia do Rio São Francisco, mas também foi distribuído, posteriormente, em várias bacias hidrográficas do Nordeste, sendo de grande importância social e ecológica para essa região do Brasil (Silva *et al.*, 2016).

É ainda um peixe com destacado potencial para a piscicultura (Barbosa e Soares, 2009), pois apresenta uma boa aceitação a rações artificiais (Almeida *et al.*, 2015), sendo bastante apreciado e comercializado por populações ribeirinhas e cultivado em pisciculturas semi-intensivas (Ribeiro-Neto *et al.*, 2016). Chega a representar 40% dos desembarques de pescado em algumas localidades do Baixo São Francisco (Soares *et al.*, 2011), porém ainda é pouco estudado.

Todavia, a falta de dados técnicos mais precisos relativos ao cultivo dessa espécie indica que há muito a ser estabelecido a respeito do manejo nutricional e da melhoria dos sistemas de produção dela.

Na piscicultura intensiva, o custo com a alimentação corresponde a aproximadamente 70% dos custos totais de produção (Santos *et al.*, 2009). Do mesmo modo, a nutrição dos peixes diferencia-se dos demais animais pelo elevado nível proteico, sendo um importante componente econômico na ração.

Desse modo, o conhecimento preciso da exigência de proteína bruta do curimatã-pacu é necessário para formulações de rações específicas e, de modo geral, tem sido fundamental para a elaboração de dietas com menor impacto ambiental e de baixo custo (Bomfim *et al.*, 2005).

Objetivou-se, assim, com esta pesquisa determinar a exigência de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Aquicultura (LAQUA) do Centro de Ciências Agrárias (Ceca) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), localizado no município de Rio Largo - AL, durante um período de 60 dias.

Foram utilizados 100 juvenis de curimatã-pacu, com peso inicial médio de $0,33 \pm 0,01$ g, provenientes do Centro Integrado de Itiúba - 5ª CII/Codevasf (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba), localizado no município de Porto Real do Colégio-AL, Brasil. Os peixes foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, em 20 aquários de poliuretano com capacidade para 130L.

Os aquários experimentais foram supridos de aeração constante, em um sistema de recirculação de água com biofiltro e renovação diária de aproximadamente 10% da água, realizada após a sifonagem dos aquários para remoção das fezes e das sobras de rações, no período da manhã e da tarde, antes da primeira e da última alimentação.

As rações foram formuladas (Tab. 1) de maneira a conterem 24, 28, 32 e 36% de proteína bruta, sendo elas isoenergéticas (2.759kcal ED /kg). Para a confecção das rações, os ingredientes foram moídos em moinho tipo faca, com peneira de 0,5mm. Posteriormente, as rações foram homogeneizadas, peletizadas e desidratadas em estufa com ventilação forçada. Após o período de aclimatação (sete dias), a oferta de alimento foi realizada até a aparente saciedade do animal, três vezes ao dia (oito, 12 e 16h), de forma manual.

No início do experimento, os peixes de cada unidade experimental foram submetidos à biometria e, ao final do experimento, a jejum de 24h, com posterior anestesiamento com óleo de cravo-da-índia na água (250mg/L), e, então, insensibilizados por secção medular até cessarem os sinais vitais para posterior biometria final e retirada dos órgãos para as análises.

Exigência de proteína...

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais

Ingredientes ¹ (%)	Rações com % de PB			
	24%	28%	32%	36%
Farelo de soja 48%	34,61	44,02	55,42	66,39
Milho grão	31,92	25,22	14,68	4,43
Farelo de trigo	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha de peixe 60%	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitamínico/mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	4,28	4,16	4,02	3,86
Sal comum (NaCl)	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina HCl	0,33	0,99	0,47	0,00
DL- metionina	0,73	0,77	0,00	0,00
L-treonina	0,29	0,13	0,00	0,00
Bagaço de cana	6,50	6,50	6,50	6,43
Amido	2,44	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes				
ED ³ (Mcal/kg)	2,759	2,759	2,759	2,759
PB – Proteína bruta (%)	24,00	28,00	32,00	36,00
FB – Fibra bruta (%)	3,53	3,82	4,13	4,43
EE – Extrato etéreo (%)	2,68	2,57	2,35	2,13
Metionina +cistina (%)	1,45	0,92	0,96	1,08
Lisina (%)	1,53	2,30	2,21	2,13
Triptofano (%)	0,29	0,35	0,42	0,48
Valina (%)	1,06	1,24	1,45	1,65
Treonina (%)	1,18	1,18	1,23	1,40
Arginina (%)	1,56	1,86	2,20	2,53
Leucina (%)	1,82	2,09	2,39	2,68
Fenilalanina + tirosina (%)	1,96	2,31	2,73	3,13
Histidina (%)	0,62	0,73	0,85	0,96
Isoleucina (%)	0,98	1,17	1,39	1,60
Glicina + serina (%)	2,10	2,47	2,91	3,34
Cálcio (%)	1,30	1,30	1,30	1,29
Fósforo disponível (%)	0,96	0,95	0,93	0,90

¹De acordo com Rostagno (2005).

²Níveis de garantia por kg do produto: vit. A = 900,000UI; vit. D3= 50,000UI; vit. E= 6,000mg; vit. K3= 1200mg; vit. B1= 2400mg; vit. B2 = 2400mg; vit. B6= 2000mg; vit. B12= 4800mg; ácido fólico = 1200mg; pantotenato de cálcio = 12,000mg; vit. C= 24,000mg; biotina = 6,0mg; colina = 65,000mg; niacina= 24,000mg; Fe= 10,000mg; Cu= 600mg; Mn= 4000mg; Zn= 6000mg; I= 20mg; Co= 2,0mg e Se= 25mg).

³De acordo com Bonfim *et al.* (2005).

As variáveis de desempenho avaliadas foram: peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio (GP), consumo médio de ração (COMR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP = ganho de peso/proteína consumida), fator de condição (FC= peso final/comprimento total³x100) e taxa de crescimento específico (TCE = 100 x (ln peso final – ln peso inicial)/tempo do experimento, em que: ln = logaritmo natural).

Também foram avaliados os parâmetros morfométricos e fisiológicos de: peso do fígado (PFIG), peso dos órgãos do trato gastrointestinal (PTGI), índice hepatossomático (peso do fígado/peso do corpo) x 100 (IHS), índice digestivo-somático (peso dos órgãos do sistema digestório/peso do corpo) x 100 (IDS), comprimento da cabeça (CCAB = comprimento em linha horizontal da cabeça), índice de perfil (IPERFIL= comprimento padrão/altura), índice de cabeça (ICAB = comprimento padrão/comprimento de cabeça), comprimento

total (CTOT), comprimento padrão (CPAD) e altura.

Os indicadores de qualidade de água: pH, oxigênio e temperatura foram monitorados diariamente, em dois horários (sete e 17 horas), por meio de sonda multiparamétrica da marca HANNA® Instruments, modelo 9828 (Woonsocket, EUA), a uma profundidade de aproximadamente 20cm abaixo da lâmina d'água. A amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) foi mensurada em avaliações semanais, com o auxílio de espectrofotômetro da marca HANNA® Instruments, modelo HI 83203 (Bélgica), utilizando-se os reagentes de modelo HI93700-01. As análises de nitrito foram realizadas pelo método colorimétrico Indotest® (Barcelona, Espanha).

A heterogeneidade dos peixes foi analisada pelo cálculo de crescimento heterogêneo (Chet), por meio do coeficiente de variação do peso do animal ($\text{CV} = \text{desvio-padrão}/\text{média do peso} \times 100$).

A análise da viabilidade econômica das rações foi determinada baseando-se no custo médio em ração por quilo de peso vivo (Y_i) durante o período experimental, conforme Silva *et al.* (2008), seguindo as fórmulas: 1. $\text{CMR} (\text{R}\$/\text{kg}) = Q_i \times P_i/G_i$, em que CMR = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i -enésimo tratamento; e 2. $\text{IEE} (\%) = \text{MCE}/\text{CTe}_i \times 100$ e $\text{IC} (\%) = \text{CTe}_i/\text{MCE} \times 100$, em que MCE = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; CTe_i = custo do tratamento i considerado.

Os resultados obtidos foram ordenados em tabela do Excel-Microsoft® e analisados de forma descritiva; além disso, os dados foram submetidos à análise de variância, e, em caso de diferença, foi aplicado o teste de Tukey e a análise de regressão ao nível de 5% de significância, pelo Programa Estatístico

Computacional SISVAR, versão 5.1 (Ferreira, 2011).

Esta pesquisa está de acordo com os princípios éticos em pesquisa com animais e foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas, Brasil (Protocolo nº: 0072 /16 – Ceua/Ufal).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados durante o experimento permaneceram dentro dos valores adequados à piscicultura, com temperatura de $26,4 \pm 2,0^\circ\text{C}$; oxigênio dissolvido $6,7 \pm 1,1\text{mg/L}$; pH $6,80 \pm 0,5$; amônia tóxica ($0,09 \pm 0,05\text{mg/L}$) e nitrito ($0,12 \pm 0,10\text{mg/L}$), conforme Arana (2004), indicando, assim, que não houve influência dessas variáveis sobre os resultados obtidos no presente experimento.

Os valores médios de desempenho zootécnico e dos parâmetros morfométricos dos juvenis de curimatã-pacu estão contidos na Tab. 2.

O peso inicial dos juvenis de curimatã-pacu submetidos às rações com níveis crescentes de proteína bruta (PB) não apresentou diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$), demonstrando a homogeneidade dos lotes que iniciaram o experimento. A taxa de sobrevivência em todos os tratamentos se deu em 100%; assim, os dados não foram adicionados à Tab. 2, visto que não houve diferenças numéricas entre os tratamentos nas diferentes parcelas experimentais.

Verificou-se que os parâmetros de PF, GP, altura, taxa de eficiência proteica e de crescimento específico foram influenciados significativamente com o aumento dos níveis de PB na ração, expressando-se em um efeito linear crescente.

Entretanto, os parâmetros de: COMR, CPAD, CTOT, CCAB, IPERF, ICAB e FC não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) com o aumento dos níveis de PB na ração.

Exigência de proteína...

Tabela 2. Desempenho de juvenis de curimatã-pacu alimentados com níveis de PB na ração

	Níveis de PB					Teste F	Regressão	R ²
	24%	28%	32%	36%	CV (%)			
PI (g)	6,326	6,328	6,328	6,324	0,71	0,9943 ^{ns}	Y= 6,329	-
PF (g)	12,268 ^a	13,948 ^b	13,901 ^b	16,703 ^c	5,56	0,0000	Y= 0,331x + 4,2615	0,87
GP (g)	5,942 ^a	7,573 ^b	7,620 ^b	10,369 ^c	10,17	0,0000	Y= 0,3332x - 2,12	0,88
COMR (g)	9,040	9,400	9,450	10,360	8,84	0,1263 ^{ns}	Y= 9,562	-
CAA	1,565 ^a	1,238 ^{ab}	1,267 ^{ab}	0,998 ^c	15,99	0,0041	Y= -0,0418x + 2,521	0,86
CPAD (cm)	6,384	7,391	7,395	8,284	16,29	0,1414 ^{ns}	Y= 7,363	-
CTOT (cm)	9,412	9,420	9,248	9,784	4,33	0,2464 ^{ns}	Y= 9,466	-
CCAB (cm)	2,520	2,311	2,198	2,472	8,13	0,0645 ^{ns}	Y= 2,375	-
ALT (cm)	2,480 ^a	2,578 ^{ab}	2,692 ^b	2,708 ^b	3,98	0,0102	Y= 0,02x + 2,016	0,93
IPERF (%)	3,807	3,652	3,437	3,382	7,67	0,0898 ^{ns}	Y= 3,569	-
ICAB (%)	3,765	4,079	4,229	3,962	6,72	0,0844 ^{ns}	Y= 4,009	-
FC	0,015	0,016	0,017	0,018	12,86	0,1562 ^{ns}	Y= 0,017	-
TEP (%)	2,747 ^a	3,341 ^a	3,384 ^a	4,224 ^b	12,90	0,0008	Y = 0,1119x + 0,0685	0,90
TCE (%)	1,100 ^a	1,333 ^b	1,417 ^b	1,615 ^c	6,53	0,0000	Y= 0,0407x + 0,1445	0,98

Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo médio de ração (COMR), conversão alimentar aparente (CAA), comprimento padrão (CPAD), comprimento total (CTOT), comprimento cabeça (CCAB), altura (ALT), índice de perfil (IPERF), índice de cabeça (ICAB), fator de condição (FC), taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de crescimento específico (TCE). Ns = não significativo (P>0,05).

Os parâmetros morfométricos como: comprimento total, comprimento padrão, comprimento de cabeça e altura do corpo dos peixes podem ser, ainda que indiretamente, métodos de avaliação interessantes da ocorrência dos processos biológicos decorrentes do desenvolvimento dos peixes, pois refletem as relações de crescimento entre as várias partes do organismo animal, até sua finalização com a maturidade (Santos *et al.*, 2013).

A conversão alimentar aparente melhorou linearmente (P<0,05) em razão do aumento do nível de proteína bruta na ração. Quando analisado pelo teste de Tukey, o melhor resultado para esse parâmetro foi alcançado pelos juvenis de curimatã-pacu alimentados com a ração contendo 36% de PB, enquanto o pior foi proporcionado pelas rações contendo 24% PB.

Resultados semelhantes, em que o aumento do teor proteico na dieta proporcionou melhores resultados de conversão alimentar aparente, foram observados por Feiden *et al.* (2009), com alevinos de piavuçu; El-Dahhar e Lovell (1995), com a tilápia-moçambique (*Oreochromis mossambicus*); Sá e Fracalossi (2002), para a piracanjuba (*Brycon orbignyus*); Fernandes *et al.* (2000), para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), e Sampaio *et al.* (2000), para o tucunaré (*Cicla sp.*). Por outro lado, há casos em que o nível de proteína bruta na dieta não interferiu nos resultados de conversão alimentar aparente, conforme verificado por Vidal Jr. (1998), com juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*); Furuya *et al.* (1996), para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), e Signor *et al.* (2004), para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*).

Comparando com espécies onívoras e iliófagas, e do mesmo gênero, o valor de exigência de proteína bruta encontrado para o juvenis curimatã-pacu (36%) no presente estudo mostrou-se superior ao determinado para o curimatã (*Prochilodus affinis*), que foi de 26,0% encontrado por Bomfim *et al.* (2005), porém foi inferior ao determinado para o curimba (*Prochilodus scrofa*), que foi de 44% (Bernardes e Públio, 2012), o que demonstra a especificidade dessa espécie em relação à exigência de PB. Esses resultados são provavelmente devido ao fato de que a ingestão de dietas com maior teor de proteína permite ao peixe consumir menores quantidades de ração para satisfazer as demandas de proteína para o crescimento.

A diferença entre o valor da exigência de PB encontrado para o curimatã-pacu no presente estudo, em comparação com outras espécies de peixes, provavelmente deve estar relacionada a

diferenças entre aspectos da fisiologia, bem como hábito alimentar e fase de crescimento.

Pode-se constatar, ainda, que os animais alimentados com 36% de PB obtiveram crescimentos mais homogêneos, em relação aos animais alimentados com menores níveis de PB (Fig. 1). Verifica-se, assim como no desempenho, um efeito linear, não obstante, diminuindo a heterogeneidade de crescimento à medida que os níveis de PB nas rações se elevam.

No entanto, quando comparados os tratamentos em que os animais foram alimentados com 28 e 32% de PB, não foram observadas diferenças pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Quando os animais foram alimentados com 24% de PB, por sua vez, obteve-se uma maior heterogeneidade do crescimento.

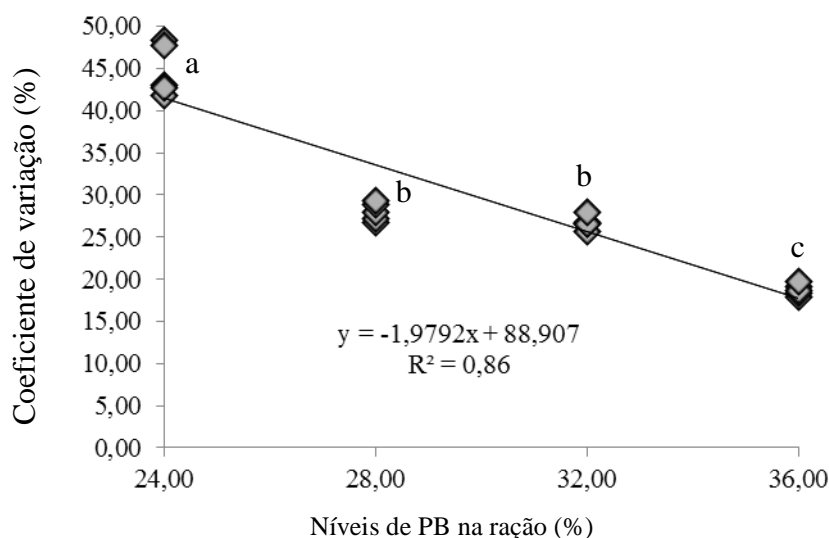


Figura 1. Gráfico da heterogeneidade do crescimento (CHET) de curimatã-pacu em função dos níveis de PB na ração. Letras diferentes indicam diferença pelo teste de Tukey ($P>0,5$).

Verifica-se, assim, que os menores níveis proteicos nas rações tendem a piorar o desempenho produtivo de juvenis de curimatã-pacu e também estão associados à exacerbação do crescimento heterogêneo. Provavelmente devido à deficiência de aminoácidos para a síntese proteica de maneira uniforme dentre todos os peixes, assim provocando maior diferença de desenvolvimento. Contrariando essas declarações, Barbosa *et al.* (2005), ao

trabalharem com girinos de rã-ouro, afirmaram que à medida que se aumentam os níveis de PB na ração, aumenta-se também a heterogeneidade do crescimento. Observa-se, assim, que o crescimento heterogêneo em função do nível de PB da dieta tem relação com o modo como é utilizada a proteína por espécie, pois cada espécie possui metabolismo e comportamento diferentes, em que muitos fatores ambientais e intrínsecos à espécie influenciam.

Exigência de proteína...

Hayashi *et al.* (2004) reportam ainda que a maioria dos autores associa os níveis proteicos de uma ração apenas ao ganho de peso e não se preocupa com sua variabilidade. No entanto, a heterogeneidade do crescimento é de extrema importância tanto para um melhor equilíbrio do consumo de ração, e das relações comportamentais e sociais dos peixes no cultivo, quanto após o período de criação, ou seja, no processamento do pescado, o que demandaria menos esforço e dificuldade no preparo, se os peixes fossem mais uniformes no seu tamanho.

Os resultados da viabilidade econômica das rações com níveis de PB para juvenis de curimatã-pacu encontram-se na Tab. 3. O custo das rações foi elaborado seguindo os preços (preço/kg) dos ingredientes nelas utilizados, que foram: milho grão (R\$ 0,90), farelo de soja 48% (R\$ 1,19), farelo de trigo (R\$ 0,82), óleo de soja (R\$ 2,56), farinha de peixe (R\$ 1,45), fosfato bicálcico (R\$ 1,05), sal comum (R\$ 0,50), DL-metionina (R\$ 10,82), L-lisina HCl (R\$ 5,84), L-treonina (R\$ 8,00), bagaço de cana (R\$ 0,02), amido (R\$ 6,50), premix mineral e vitamínico (R\$ 6,21). Os preços dos ingredientes foram cotados durante o período experimental.

Tabela 3. Custo da ração por quilograma (CRação), custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR/PVG), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE) de juvenis de curimatã-pacu de acordo com os níveis de proteína bruta na ração

Variáveis	Níveis de PB na ração			
	24%	28%	32%	36%
CRação (R\$/kg)	1,254	1,102	1,092	1,101
CMR/PVG (R\$/kg PVG)	1,902	1,359	1,363	1,025
IC	121,995	107,550	106,574	107,453
IEE	81,971	92,980	93,831	93,064

A ração com 36% de PB foi a que apresentou o melhor custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR/PVG), nas condições estudadas. Dessa forma, a ração com 36% de PB foi utilizada como referência e de forma comparativa para os cálculos de índices de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE).

Observa-se que os tratamentos com as rações contendo 28, 32 e 36% de PB apresentaram um custo médio da ração (CRação) similar, mas inferiores ao custo da ração com 24% de PB. Isso se deveu principalmente ao uso de aminoácidos sintéticos, que têm o preço muito instável no mercado internacional, os quais foram necessários serem incluídos para suprir a necessidade mínima de aminoácidos, bem como ao acréscimo de amido, que serviu para adequar a energia digestível das rações.

A fonte de proteína que é utilizada nas rações influencia diretamente no desempenho dos peixes, pois interfere na digestibilidade dos aminoácidos contidos na fonte proteica, além da interação na relação proteína/energia, que pode influenciar na disponibilidade desses aminoácidos aos peixes, os quais poderão ser utilizados como fontes de energia secundária ou para o desenvolvimento corporal e crescimento

em outras funções fisiológicas pertinentes a proteínas (Fernandes *et al.*, 2000).

No presente estudo, observa-se que foram utilizadas as mesmas fontes proteicas em todas as rações, porém à medida que se aumentava a PB na ração, a participação do farelo de soja na composição da ração também crescia, consequentemente, diminuía-se o uso de aminoácidos sintéticos, o que interferiu nos resultados da viabilidade econômica.

De modo geral, apesar de as formulações de rações comerciais para peixes no Brasil ainda não mostrarem nos seus rótulos dos produtos os teores de aminoácidos, somente o nível de PB, o atendimento das exigências de aminoácidos essenciais para peixes é de extrema importância, principalmente em sistemas intensivos de produção, em que a disponibilidade de alimentos vivos (plâncton) no ambiente é mínima, assim, desconsidera-se essa fonte natural como uma alternativa para complementar a necessidade fisiológica de proteína pelos peixes.

Os resultados dos parâmetros fisiológicos dos juvenis de curimatã-pacu alimentados com níveis crescentes de PB na ração estão expressos na Tab. 4.

Tabela 4. Parâmetros fisiológicos de juvenis de curimatã-pacu alimentados com rações com níveis crescentes de proteína bruta

Variáveis	Níveis de PB				CV (%)	Teste F	Regressão	R ²
	24%	28%	32%	36%				
PFIG	0,163	0,158	0,145	0,153	12,93	0,5153 ^{ns}	Y= 0,155	-
IHS (%)	1,335 ^a	1,137 ^{ab}	1,050 ^{ab}	0,915 ^b	14,89	0,0076	Y= -0,0337x + 2,1195	0,97
PTGI	0,861 ^a	1,006 ^b	1,102 ^b	1,242 ^c	5,79	0,0000	Y= 0,031x + 0,1235	0,99
IDS (%)	7,055	7,206	7,965	7,444	8,08	0,1263 ^{ns}	Y= 7,417	-

Peso do fígado (PFIG), índice hepatossomático (IHS), peso do trato gastrointestinal (PTGI), índice digestivo-somático (IDS). Ns = não significativo (P>0,05).

Não foram observadas diferenças (P>0,05) entre os resultados obtidos nos parâmetros de desempenho fisiológico de: índice digestivo-somático e peso do fígado. No entanto, para os parâmetros de peso do trato gastrointestinal e índice hepatossomático, foi verificado que o aumento de PB na ração provocou um efeito linear crescente nos resultados.

Segundo Lizama *et al.* (2007), as relações entre os órgãos como: fígado, rim, baço e gônadas ou medidas de comprimento e peso, bem como o estudo do fator de condição dos peixes, é um destacado método de avaliação para o desempenho zootécnico e bem-estar animal, já que os órgãos do trato gastrointestinal e do fígado são sensíveis ao tipo de alimentação devido às transformações metabólicas e à absorção dos nutrientes.

Dessa forma, Tibbetts *et al.* (2005) encontraram resultado em que menores concentrações de PB na ração de hadoques (*Melanogrammus aeglefinus*) induziram a um aumento nos valores de IHS, na fase de juvenis. Assim também como relatado por Yang *et al.* (2002), os quais, para juvenis de perca prateada (*Bidyanus bidyanus*), também reportaram um efeito linear e inversamente proporcional do aumento dos níveis de proteína na ração sobre o índice hepatossomático nos peixes.

No entanto, Souza *et al.* (2013), ao trabalharem com juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), não encontraram diferenças significativas no IHS quando avaliadas rações contendo 36,2 e 48,8% de PB. Tal fato pode ser justificado pelo hábito alimentar carnívoro do pacamã, o qual permite maior capacidade de

aproveitar rações com altos teores de PB sem sobrecarregar as funções hepáticas.

CONCLUSÃO

Considerando-se os parâmetros avaliados, recomenda-se a utilização de rações contendo 36% de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal) e ao Ceraqua/Codevasf, em Porto Real do Colégio-AL, por ceder os animais utilizados na pesquisa, em nome dos pesquisadores Álvaro Albuquerque e Vinícius Filho.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.O.; SANTOS, R.B.; COELHO, P.A. *et al.* Policultivo do curimatã pacu com o camarão canela. *Bol. Inst. Pesca*, v.41, p.271-278, 2015.
- ARANA, L.V. *Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões*. 2.ed. Florianópolis: EDUFSC, 2004. 231p.
- BARBOSA, J.M.; SILVEIRA, A.M.; GOMIDE, C.A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.40, p.1015-1019, 2005.
- BARBOSA, J.M.; SOARES, E.C. Perfil da Ictiofauna da bacia do São Francisco: estudo preliminar. *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v.4, p.155-172, 2009.

- BERNARDES, C.L.; PÚBLIO, J.Y. Proteína bruta no desenvolvimento de curimbas (*Prochilodus scrofa*). *Semin. Cienc. Agrar.*, v.33, p.381-390, 2012.
- BOMFIM, M.A.D.; LANA, E.A.T.; SERAFINI, M.A. *et al.* Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimbatá (*Prochilodus afins*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.1795-1806, 2005.
- EL-DAHAR, A.A.; LOVELL, R.T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of mossambique tilapia, (*Oreochromis mossambicus*) (Peters). *Aquac. Res.*, v.26, p.451-457, 1995.
- FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A. *et al.* Requirement of protein for piavuçu fry. *Cienc. Rural*, v.39, p.859-865, 2009.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.646-653, 2000.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Cienc. Agrotec.*, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. *Rev. Unimar*, v.18, p.307-319, 1996.
- HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. *et al.* Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. *Rev. Bras. Zootec.*, v.1, p.14-20, 2004.
- LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. *et al.* Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Acta Sci. Biol. Sci.*, v.29, p.223-231, 2007.
- MEURER, F.; OLIVEIRA, S.T.L.; SANTOS, L.D.; OLIVEIRA, J.S.; COLPINI, L.M.S. Níveis de oferta de pós-larvas de tilápia do Nilo para alevinos pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). *Rev. Bras. Cienc. Agrar.*, v.5, p.111-116, 2010.
- RIBEIRO-NETO, T.F.; SILVA, A.H.G.; GUIMARÃES, I.M. *et al.* Piscicultura familiar extensiva no baixo São Francisco, estado de Sergipe, Brasil. *Acta Fish. Aquat. Res.*, v.4, p.62-69, 2016.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.1-10, 2002.
- SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. *Sci. Agric.*, v.57, p.213-219, 2000.
- SANTOS, E.L.; BEZERRA, K.S.; SOARES, E.C.S. *et al.* Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.67, p.1421-1428, 2015.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; BARBOSA, J.M. *et al.* Níveis de farelo de coco em rações para juvenis de tilápia do Nilo. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.10, p.390-397, 2009.
- SANTOS, E.L.; SILVA, F.C.B.; PONTES, E.C. *et al.* Resíduo do processamento do extrato de própolis vermelha em ração comercial para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Comun. Sci.*, v.4, p.179-185, 2013.
- SIGNOR, A.; SIGNOR, A.A.; FEIDEN, A. *et al.* Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Varia Sci.*, v.4, p.79-89, 2004.
- SILVA, A.M.R.; BERTO, D.A.; LIMA, G.J.M.M. *et al.* Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.286-295, 2008.
- SILVA, E.T.L.; DIAS, M.L.F.; PEDREIRA, M.M.; SANTOS, J.B. concentração letal do glifosato para juvenis de curimatã-pacu. *Bol. Inst. Pesca*, v.42, p.759-764, 2016.
- SOARES, E.C.; BRUNO, A.M.S.; LEMOS, J.M.; SANTOS, R.B. Ictiofauna e pesca no entorno de Penedo, Alagoas. *Biotemas*, v.24, p.61-67, 2011.

SOUZA, M.G.; SEABRA, AG.L.; SILVIA, L.C.R.; SANTOS, L.D. Exigência de proteína bruta para juvenis de pacamã. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.14, p.362-370, 2013.

TIBBETTS, S.M.; LALL, S.P.; MILLEY, J.E. Effects of dietary protein and lipid levels and DP DE⁻¹ ratio on growth, feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquac. Nutr.*, v.11, p.67-75, 2005.

VIDAL JÚNIOR, M.V.; DONZELE, J.L.; CAMARGO, A.C.S. *et al.* Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*), na fase de 30 a 250 gramas. 1. Desempenho dos tambaquis. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.421-426, 1998.

YANG, S.D.; LIOU, C.H.; LIU, F.G. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, v.213, p.363-372, 2002.