

Teores de proteína bruta em dietas práticas para juvenis de carpa capim

[Crude protein levels in practical diets for grass carp juveniles]

C.A. Veiverberg, J. Radünz Neto*, L.P. Silva, F.J. Sutili, S. Rossato, V. Corrêia

Departamento de Zootecnia - UFSM
Av. Roraima, 1000
97105-900 – Santa Maria, RS

RESUMO

Avaliou-se a resposta de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) à inclusão de proteína bruta (PB) em dietas práticas, em um experimento com 120 juvenis e 80 dias de duração. As dietas eram compostas por farinha de carne suína, farelo de soja, milho e farelo de trigo com 22, 30, 36 ou 44% de PB. Dez juvenis ($153,0 \pm 1,5$ g) por tanque (850L) foram alimentados duas vezes ao dia (3% da biomassa). Foi observado efeito linear positivo da PB para peso final, ganho em peso, taxa de crescimento específico, rendimento de carcaça e filé, coeficiente de retenção proteica, taxa de eficiência proteica, deposição de gordura e proteína e hematócrito. O mesmo efeito também foi observado para triglicerídeos e colesterol total no sangue, indicando que a proteína da dieta foi utilizada como fonte energética. Conversão alimentar aparente e gordura no peixe inteiro apresentaram efeito quadrático, com pontos de máxima em 40,6 e 37,1% de PB, respectivamente. Pode-se concluir que a porcentagem mínima de PB para a carpa capim na fase de recria foi de 44% e que a variação da proteína da dieta promoveu alterações no metabolismo dos juvenis de carpa capim, refletidos nos parâmetros sanguíneos e de carcaça.

Palavras-chave: peixe, *Ctenopharyngodon idella*, deposição de gordura, ganho de peso, parâmetros sanguíneos, recria

ABSTRACT

The response of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) juveniles to crude protein (CP) levels in practical diets was evaluated in an experiment with 120 juveniles and 80 days of feeding. The diets containing porcine meat meal, soybean meal, corn and wheat meal, with 22, 30, 36, or 44% CP. Ten juveniles (153.0 ± 1.5 g) per tank (850L) were fed twice daily with pelleted feed (3% of biomass). Linear effect of CP on final weight, weight gain, specific growth rate, carcass and fillet yield, coefficient of protein retention, protein efficiency rate, deposition of fat and protein, and hematocrit were observed. It was also observed effect on triglycerides and total cholesterol in blood, indicating that dietary protein was being used as energy source. Feed conversion ratio and fat content in whole fish showed quadratic effect, with maximum points at 40.6 and 37.1% CP, respectively. The best CP content for grass carp in growing phase was 44%, and the variation of protein content in diet changed the metabolism of grass carp juveniles, reflected in blood and carcass parameters.

Keywords: fish, *Ctenopharyngodon idella*, fat deposition, weight gain, blood parameters, growing phase

INTRODUÇÃO

As proteínas são os nutrientes mais importantes para o organismo animal em crescimento, pois participam de diversas atividades celulares e são os principais componentes musculares. A falta

ou o excesso desse nutriente são situações indesejáveis na piscicultura: a primeira por limitar o crescimento, e a segunda pelo excesso de nitrogênio produzido pela desaminação para conversão de proteína em energia (Singh et al., 2006). A determinação da exigência de proteína bruta pode não atender às necessidades

Recebido em 16 de junho de 2009

Aceito em 2 de setembro de 2010

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: jradunzneto@gmail.com

nutricionais dos peixes, devendo-se levar em consideração a concentração de aminoácidos essenciais e a proporção entre esses aminoácidos. Deficiências ou excessos de aminoácidos interferem na utilização da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento de carcaça dos peixes (Furuya et al., 2005).

A carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), embora tipicamente herbívora, apresenta crescimento reduzido e deformidades quando alimentada exclusivamente com forragem, devido à deficiência de vitaminas e aminoácidos essenciais (Camargo et al., 2006). O teor de proteína da dieta recomendado para juvenis de carpa capim até 10g varia de 22 a 48% (Ding, 1991) e está relacionado a diversos fatores, como tamanho, idade do peixe e temperatura da água. Para reprodutores, Khan et al. (2004) determinaram que 25% de proteína bruta é o ideal. Para a fase de recria, ainda não há determinação do teor ótimo de proteína para essa espécie. Não padronização, diferenças entre espécies, idade, sexo, qualidade da água e métodos experimentais contribuem para a variabilidade dos resultados obtidos em peixes (Klinger et al., 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, os parâmetros sanguíneos e os de carcaça de juvenis de carpa capim em resposta à inclusão de diferentes porcentagens de proteína em dietas práticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria, entre setembro e dezembro de 2007, durante 80 dias. Foi utilizado um sistema de recirculação de água, composto por 12 tanques de 850L, dois filtros biológicos e um reservatório (2000L) com duas resistências (2000W) controladas por termostatos. A água de abastecimento foi proveniente de poço artesiano. A temperatura foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio, e os demais parâmetros foram monitorados semanalmente. Para medição do oxigênio dissolvido, utilizou-se oxímetro digital (marca YSI®); para os demais parâmetros (pH, amônia total, nitrito, alcalinidade total e dureza), foram utilizados reagentes colorimétricos da marca Alfakit®.

Foram selecionados 120 juvenis do plantel do Laboratório de Piscicultura, com peso médio de $153,0 \pm 1,5$ g, e distribuídos 10 juvenis por tanque de criação. Duas semanas antes do início do experimento, os animais foram distribuídos no sistema para aclimação às condições experimentais. Nesse período receberam ração peletizada com 30% de proteína bruta, fornecida até a saciedade aparente. Além dos 120 animais, no início do experimento, cinco peixes foram abatidos (imersão em água + gelo 1:1), eviscerados e filetados para obtenção dos parâmetros iniciais de índices digestivos e composição centesimal do filé, e três foram abatidos e moídos para determinação da composição inicial do peixe inteiro.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e três repetições, e foi avaliada a inclusão de quatro porcentagens de proteína bruta em dietas peletizadas, que compuseram os tratamentos: 22, 30, 36 e 44%. As dietas (Tab. 1) foram formuladas para que a quantidade de cada aminoácido essencial em % da proteína fosse a mesma, atendendo às exigências determinadas por Wang et al. (2005). A composição das dietas está apresentada na Tab. 2.

Os animais foram alimentados com as dietas na proporção de 3% da biomassa ao dia. O arraçoamento foi feito duas vezes ao dia, às 9 e às 15 horas. Uma hora após cada refeição, os tanques foram limpos por sifonagem, para remoção das sobras de ração e das fezes. A cada 20 dias, os animais foram anestesiados com trifenoxtetanol (0,03%) e pesados (balança digital) para ajuste da quantidade de dieta fornecida.

Aos 80 dias experimentais, os peixes foram anestesiados (trifenoxtetanol 0,03%) para mensuração do peso (PM) com balança digital. Também foram calculados a taxa de crescimento específico (TCE, %/dia), a conversão alimentar aparente (CAA, kg/kg), o ganho de peso relativo (GPR, %) e a taxa de eficiência proteica (TEP, ganho de peso/gramas de proteína consumida). O cálculo da TCE foi realizado utilizando-se a fórmula: $TCE = ((\ln Pf - \ln Pi)/t) * 100$, em que: Pi = peso médio inicial (g); Pf = peso médio final (g); t = tempo de experimento (dias).

Teores de proteína...

Tabela 1. Formulação das dietas com diferentes porcentagens de proteína para carpa capim

Ingrediente (%)	Proteína (%)			
	22	30	36	44
Farelo de soja	14,15	23,21	32,27	41,33
Farinha de carne suína	12,5	20,5	28,5	36,5
Farelo de trigo	16,10	14,55	13,07	11,4
Milho moído (grãos)	48,49	33,88	19,2	4,73
Óleo de soja	3,75	2,85	1,95	1,03
Mistura vitamínica ¹	1	1	1	1
Cloreto de colina	1	1	1	1
Mistura mineral ²	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1
Cloreto de sódio	1	1	1	1

¹Composição por kg de produto= ác. fólico: 3.000mg; ác. nicotínico: 60.000mg; ác. pantotênico: 30.000mg; biotina: 100mg; vit.A: 10.000.000UI; vit.B1: 8.000mg; vit.B2: 10.000mg; vit.B6: 8.000mg; vit.B12: 20.000mcg; vit.C: 150.000mg; vit.D3: 2.000.000UI; vit.E: 150.000mg; vit.K3: 6.000mg; inositol: 88.000mg.

²Composição por kg de produto= Fe: 30.000mg; Mn: 5.000mg; Cu: 2.000mg; Zn: 20.000mg; I: 900mg; Co: 20mg; Se: 100mg.

Tabela 2. Composição centesimal das dietas experimentais fornecidas às carpas capim

Composição	Proteína (%)			
	22	30	36	44
Matéria seca (%) ¹	93,51	93,42	93,93	94,09
Proteína bruta (%) ¹	21,90	29,13	35,21	43,79
Lisina ²	1,08	1,55	1,96	2,51
Metionina ²	0,37	0,49	0,58	0,72
Arginina ²	1,46	2,02	2,50	3,15
Fenilalanina ²	0,99	1,31	1,58	1,97
Histidina ²	0,56	0,72	0,86	1,07
Isoleucina ²	0,84	1,15	1,41	1,77
Leucina ²	1,84	2,28	2,65	3,20
Treonina ²	0,80	1,09	1,34	1,67
Triptofano ²	0,24	0,34	0,42	0,52
Valina ²	1,08	1,45	1,75	2,19
Extrato etéreo ¹	10,19	10,44	9,92	10,55
Cinzas ¹	7,48	9,38	11,33	12,87
Cálcio ²	2,32	1,87	1,43	0,99
Fósforo ²	1,62	1,39	1,16	0,94
Fibra em detergente neutro ¹	15,45	12,74	14,94	16,48
Carboidratos solúveis em detergente neutro ¹	38,49	31,73	22,54	10,40
Energia digestível (kcal/kg) ³	2978	3098	3027	3069

¹Analisada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFMS.

²Calculada com base na composição analisada dos ingredientes.

³Calculada: ED = [(PB*5,64*0,75)+(EE*9,44*0,9)+(CSDN*4,11*0,75)] (Adaptada de Bureau et al., 2002).

Os animais passaram por jejum de 24 horas, e nove juvenis por tratamento foram abatidos por imersão em água + gelo (1:1) e eviscerados. A partir da dissecação, foram obtidos os valores de peso de carcaça, filé, trato digestório, fígado e de gordura visceral, e foram calculados os rendimentos de carcaça (RC) e de filé (RF)

e os índices digestivo-somático (IDS), hepatossomático (IHS) e de gordura visceral (IGV), que corresponderam à relação entre o peso do órgão e o peso inteiro, expressos em porcentagem (%). Os filés retirados foram analisados quanto à composição centesimal (umidade, proteína, gordura e cinzas).

Também foi feita análise da composição do peixe inteiro utilizando-se seis juvenis por tratamento, abatidos por hipotermia. Todas as amostras foram trituradas em multiprocessador de alimentos. A umidade foi determinada pela perda de peso após 4h a 60°C, seguida de 8h a 105°C, em estufa com circulação forçada de ar. O conteúdo de cinzas foi determinado a 550°C (método 923.03) de acordo com AOAC (Official ..., 1995). A proteína bruta foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl (método 960.52) da AOAC (Official ..., 1995) usando-se o fator PB = (N x 6,25). A gordura foi extraída e quantificada seguindo o método de Bligh e Dyer (1959).

A retenção de nutrientes foi calculada pelas equações: coeficiente de retenção proteica (%): $CRP = 100 * [(Pf * PBCf) - (Pi * PBCi)] / ACt * PBd$; deposição de proteína corporal (g): $DPC = [Pf * (%PBCf/100)] - [Pi * (%PBCi/100)]$; deposição de gordura corporal (g): $DGC = [Pf * (%GCF/100)] - [Pi * (%GCI/100)]$; deposição de proteína no filé (g): $DPF = [Pf * (%PBFf/100)] - [Pi * (%PBFi/100)]$; deposição de gordura no filé (g): $DGF = [Pf * (%GFF/100)] - [Pi * (%GFi/100)]$; em que: Pf= peso final; Pi= peso inicial; PBCi= proteína corporal inicial; PBCf = proteína corporal final; ACt = alimento consumido total (g); PBd: proteína bruta da dieta; GCI: gordura corporal inicial; GCF: gordura corporal final; PBFi= proteína do filé inicial; PBFf = proteína do filé final; GFi: gordura do filé inicial; e GFF: gordura do filé final.

A coleta de sangue foi realizada em seis peixes por tratamento, na veia caudal. Uma alíquota foi imediatamente inserida em fita reagente para medição da glicose (mg/dL), com aparelho portátil Accu-check Active®. O restante das amostras foi armazenado em tubos tipo Eppendorf, centrifugado a 3000 rotações por minuto (RPM) durante 10 minutos, e o soro foi utilizado para determinação de triglicerídeos (mg/dL), proteínas totais (g/dL) e colesterol total (mg/dL) (segundo métodos colorimétricos dos reagentes Doles®) e hematócrito (%) (técnica do micro-hematócrito descrita por Kerr, 2003).

Todos os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e passaram por

processo de diagnóstico de *outliers* (valores aberrantes), sendo excluídos os maiores ou menores que a média \pm dois desvios-padrão. A conversão alimentar aparente (CAA) foi transformada pela fórmula $CAA = \log_{10}(CAA)$ para as análises, mas no gráfico estão apresentados os valores reais (observados). Os dados foram submetidos à análise de variância e à regressão polinomial, com $P < 0,05$, utilizando-se o pacote estatístico SAS/2001, versão 8.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos da água observados durante o experimento foram: temperatura da manhã $22,4 \pm 0,23^\circ\text{C}$; temperatura da tarde $23,9 \pm 0,23^\circ\text{C}$; pH $6,5 \pm 0,05$; alcalinidade total $24,8 \pm 1,16 \text{ mg/L}$ de CaCO_3 ; amônia total $0,1 \pm 0,03 \text{ mg/L}$; nitrito $0,03 \pm 0,02 \text{ mg/L}$; oxigênio dissolvido $6,6 \pm 0,11 \text{ mg/L}$ e dureza total $24,8 \pm 2,03 \text{ mg/L}$ de CaCO_3 . Os parâmetros mantiveram-se dentro da faixa aceitável para a criação de peixes de água doce (Poli e Arana, 2003).

Ao final do experimento, observou-se efeito linear do teor de proteína para peso final, taxa de crescimento específico e ganho em peso relativo (Fig. 1), e rendimento de carcaça e rendimento de filé (Tab. 3). Os índices hepatossomático, digestivo-somático e de gordura visceral, bem como o quociente intestinal, não foram influenciados pela porcentagem de proteína bruta, e a conversão alimentar aparente apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima calculado em 40,6% de PB na dieta (Fig. 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores, quando trabalharam com espécies onívoras como jundiá (*Rhamdia quelen*) (Melo et al., 2006b) e "rohu" (*Labeo rohita*) (Debnath et al., 2007). Esses autores também observaram efeito linear dos teores de proteína sobre o crescimento dos animais. Al Hafedh (1999) avaliou porcentagens de proteína de 25, 30, 35, 40 e 45%, em quatro classes de pesos de tilápias: 0,51, 45, 96 e 264g. Em todas as classes, maiores teores de proteína (40-45%) resultaram em maior peso final, taxa de crescimento específico e conversão alimentar.

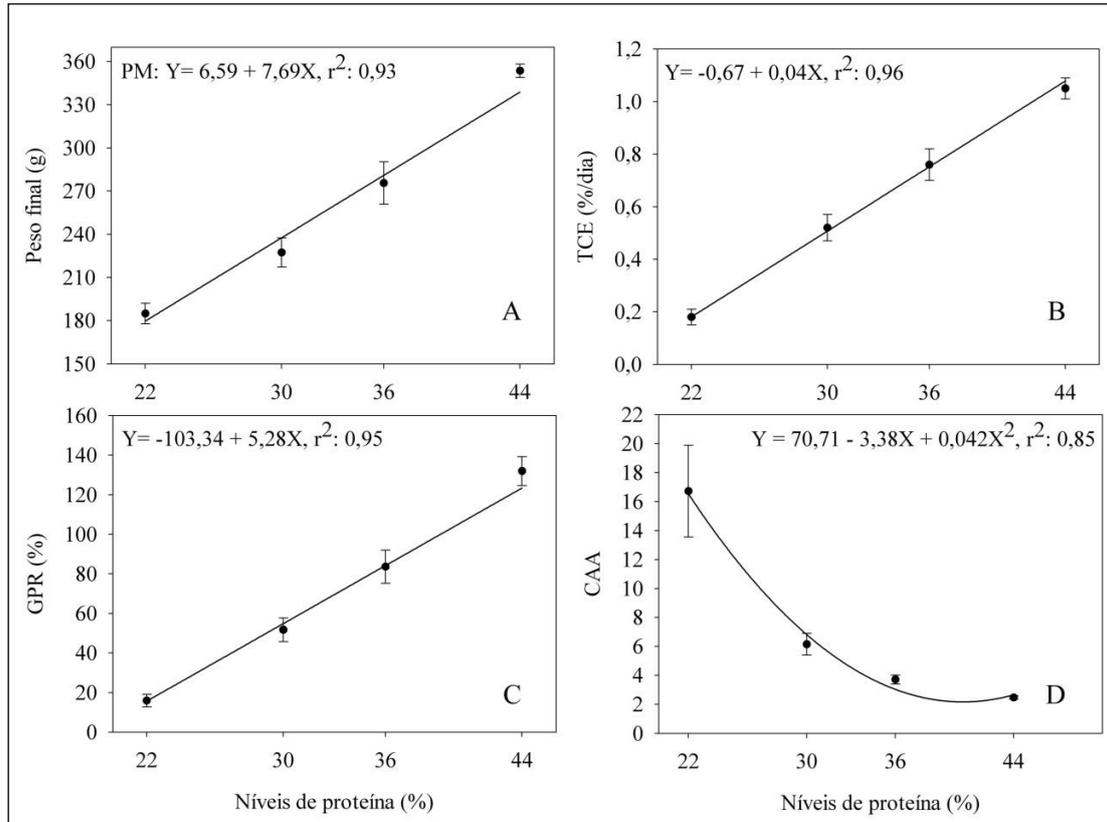


Figura 1. Parâmetros zootécnicos de juvenis de carpa capim alimentados com diferentes teores de proteína na dieta

Valores expressos como média ± erro-padrão da média.

A: peso final (g); B: taxa de crescimento específico (TCE, %/dia); C: ganho de peso relativo (GPR, %);

D: conversão alimentar aparente (CAA, kg/kg).

Entretanto, outros trabalhos mostraram efeito quadrático da inclusão de proteína, como Meyer e Fracalossi (2004), ao trabalharem com alevinos de jundiá, e Sá e Fracalossi (2002), com alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Essas variações parecem ser resultado das diferentes condições experimentais, principalmente o tipo de dieta utilizada (prática ou semipurificada). Estudos sobre exigências nutricionais em peixes normalmente são realizados com dietas purificadas, para garantir maior consistência nos dados, uma vez que estas são altamente digestíveis e não possuem fatores antinutricionais (Debnath et al., 2007), porém essas dietas apresentam pouca ou nenhuma aplicação prática. Assim, no presente estudo, optou-se por utilizar dietas práticas, formuladas com ingredientes normalmente usados em rações comerciais, e com ampla disponibilidade regional.

A proteína da dieta deve assegurar quantidades adequadas de aminoácidos para atender às exigências do animal, permitindo desenvolvimento e crescimento satisfatórios (Pezzato et al., 2004). Comparando-se a composição de aminoácidos essenciais (AAE) das dietas (Tab. 2) com as recomendações de Wang et al. (2005) e partindo-se do princípio de que todas as dietas tenham atendido às exigências relativas de lisina (em % da proteína), apenas a dieta com 44% de proteína supriu a exigência bruta desse aminoácido, que é de 2,24% da dieta. Assim, a quantidade de lisina pode ter limitado a síntese proteica dos juvenis alimentados com os menores teores proteicos, e o excedente de aminoácidos foi desaminado e armazenado na forma de gordura.

Tabela 3. Rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim segundo a porcentagem de proteína na dieta aos 80 dias experimentais

Variável	Inicial	Proteína (%)			
		22	30	36	44
RC (%) ¹	88,0±1,0	81,2±0,6*	82,4±0,9*	82,7±0,1*	83,7±1,1*
RF (%) ¹	37,5±0,8	36,1±0,8	37,7±0,7	40,2±0,4	41,9±0,5*
IHS (%) ²	2,5±0,1	3,5±0,1*	3,1±0,2*	3,3±0,1*	3,2±0,1*
IDS (%) ²	2,5±0,1	1,6±0,1*	1,9±0,1*	1,8±0,1*	2,0±0,2*
QI ²	1,6±0,1	1,7±0,1	1,8±0,1*	1,9±0,1	1,8±0,1
IGV (%) ²	0,2±0,1	7,2±1,3*	6,8±0,7*	7,2±0,4*	4,9±0,3*
PT (g/dL) ²	-	3,2±0,1	3,4±0,1	3,2±0,1	3,4±0,1
TG (mg/dL) ¹	-	394,2±13,0	418,9±10,5	423,7±13,9	433,6±6,5
COL (mg/dL) ¹	-	321,7±14,2	372,7±3,9	357,5±4,6	363,8±14,9
HTC (%) ¹	-	26,0±0,7	32,9±0,8	36,1±0,7	39,3±0,9
GLIC(mg/dL) ²	-	100,8±2,4	104,2±7,2	98,3±3,5	101,3±0,7

Valores expressos como média ± erro-padrão da média.

RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; IHS: índice hepato-somático; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; IGV: índice de gordura visceral; PT: proteínas totais; TG: triglicerídeos; COL: colesterol total; HTC: hematócrito; GLIC: glicose.

Médias seguidas de *, na mesma linha, indicam diferença significativa em relação à análise inicial (teste Dunnett, P<0,05).

¹Efeito linear: RC: $Y = 78,69 + 0,12X$, $r^2 = 0,43$; RF: $Y = 29,88 + 0,28X$, $r^2 = 0,85$; TG: $Y = 359,42 + 1,82X$, $r^2 = 0,33$; COL: $Y = 283,05 + 2,01X$, $r^2 = 0,31$; HTC: $Y = 14,33 + 0,57X$, $r^2 = 0,88$.

²Regressão polinomial não significativa (P>0,05).

A concentração ótima de proteína da dieta é regulada pelo balanço entre energia digestível e proteína bruta (Pezzato et al., 2004). Quando a relação proteína/energia é baixa, os peixes ingerem quantidade de proteína insuficiente para manter o crescimento e frequentemente acumulam gordura na carcaça. Como no presente trabalho a concentração energética foi semelhante para todas as dietas (Tab. 2), pode-se inferir que a dieta com 22% de proteína bruta não supriu as exigências da espécie, devido à baixa relação proteína/energia. Além disso, como o arraçoamento foi restrito para todos os tratamentos (3% da biomassa), isto impediu o “consumo compensatório” pelos animais que recebiam as menores concentrações proteicas. Quando os peixes são alimentados com ração restrita, eles crescem mais rapidamente com dietas com alto nível proteico, e quando alimentados até a saciedade, eles respondem melhor aos níveis mais baixos de proteína (Cho et al., 2001).

A necessidade de proteína bruta também depende da proporção dos outros macronutrientes na dieta, ou seja, do balanço entre esses elementos, que é fundamental para o adequado funcionamento do metabolismo do peixe (Sanz et al., 2000). No presente trabalho, outro fator que pode ter interferido no crescimento dos juvenis

de carpa capim nas menores concentrações proteicas foi a grande quantidade de carboidratos provenientes do milho (Tab. 1). Como a energia digestível das dietas foi calculada (Tab. 2), a energia proveniente desses carboidratos pode ter sido superestimada, o que, na prática, resultou em menor disponibilidade de energia para manutenção das funções vitais e pior crescimento.

Takeuchi et al. (1994) observaram que a carpa capim é menos eficiente na utilização do carboidrato da dieta do que a tilápia. Esses autores observaram que a digestibilidade do amido do milho pela carpa capim foi de 63%, enquanto para tilápia esse valor foi de 79,1%. Da mesma forma, a eficiência alimentar e o ganho em peso relativo foram mais altos na tilápia em relação à carpa capim. Alevinos de carpa capim apresentaram menor ganho em peso e maior porcentagem de gordura visceral quando a fonte de carboidratos foi o amido de milho, em comparação com a glicose (Tian e Liu, 2004). Os resultados obtidos podem auxiliar na explicação do grande acúmulo de gordura na cavidade abdominal das carpas capim avaliadas no presente estudo (Tab. 3). A diferença de velocidade de metabolização do amido e da proteína fez com que esta não fosse utilizada

eficientemente, uma vez que faltou energia para a síntese proteica.

Outra hipótese sugerida para a baixa eficiência das dietas com menor teor proteico diz respeito ao balanço de minerais, principalmente cálcio e fósforo. Na Tab. 2, é possível visualizar que a redução do teor proteico da dieta resultou em redução, também, dos teores de cálcio e fósforo, devido à menor inclusão de farinha de carne suína nessas dietas. Entretanto, considerando as informações disponíveis na literatura sobre as exigências da carpa capim (Wenzhang et al., 1987), os teores de fósforo encontram-se dentro dos valores recomendados para a espécie (0,95 a 1,10% na dieta). Os mesmos autores recomendaram que a relação cálcio:fósforo deva ser pelo menos 1:1, valor também observado em todas as dietas avaliadas neste experimento (Tab. 2). Os teores de cálcio não são considerados preocupantes, uma vez que peixes conseguem suprir 65 a 80% da exigência de cálcio diretamente da água, por meio de absorção ativa pelas brânquias (Ribeiro et al., 2006).

Quanto aos parâmetros sanguíneos, observou-se efeito linear da porcentagem de proteína sobre as concentrações de triglicerídeos, colesterol total e hematócrito (Tab. 3). A proteína total e a glicose sanguínea não foram afetadas pela composição das dietas. Segundo Camargo et al. (2005), a elevação da proteína da dieta de 30 para 50% resultou em aumento linear do hematócrito de alevinos de jundiá (de 33 para 38%). Entretanto, Melo et al. (2006a) observaram que o hematócrito do jundiá aumentou significativamente até 27% de proteína da dieta, e, após isto, houve redução nos valores dessa variável. As variações obtidas nos diferentes trabalhos podem estar relacionadas a diferenças entre espécies, idade, sexo, qualidade da água e métodos experimentais, e devem ser levadas em consideração quando se comparam os resultados (Klinger et al., 1996).

Melo et al. (2006b) observaram que há efeito linear da porcentagem proteica (de 20 a 41% PB) sobre o ganho em peso e peso final de alevinos de jundiá. Observando apenas os dados de

crescimento, verificou-se que o jundiá necessitou de, no mínimo, 41% de proteína bruta na dieta. Entretanto, quando os parâmetros metabólicos foram determinados, os autores observaram que quanto maior a porcentagem proteica, maior foi a atividade das enzimas envolvidas no catabolismo de aminoácidos. Esses resultados indicaram que a proteína estava sendo utilizada como fonte de energia, o que metabolicamente e economicamente não é desejado. Quando a proteína é desaminada, os esqueletos de carbono são utilizados no ciclo de Krebs, para produção de energia. Se houver excesso de cadeias de carbono, e conseqüente excesso de produção de energia, esta será armazenada na forma de gordura (Nelson e Cox, 2004). Assim, ocorreu deposição de gordura na carcaça, na cavidade abdominal e no filé das carpas capim, como observado nas Tab. 3 (IGV) e 4 (DGC e DGF).

Quanto à composição do peixe inteiro, umidade, cinzas e proteína não foram afetadas pela proteína da dieta. O percentual de gordura apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima em 37,7% de PB, enquanto o coeficiente de retenção proteica, a taxa de eficiência proteica e as deposições de proteína e gordura no peixe inteiro apresentaram comportamento linear positivo (Tab. 4).

No presente trabalho, os juvenis de carpa capim apresentaram crescimento linear em relação ao aumento do nível proteico, mas a deposição de gordura no filé e na carcaça também foi linear (Tab. 4). Além disso, o aumento da concentração de triglicerídeos no plasma com o aumento do nível proteico (Tab. 3) indicou que a proteína foi desaminada, as cadeias carbonadas utilizadas para gliconeogênese, e a glicose convertida em gordura de reserva, e, posteriormente, esta foi usada como fonte energética. Este arranjo metabólico, além de ser indesejável do ponto de vista metabólico, pelo alto custo da proteína, eleva a contaminação ambiental pelo aumento da excreção de nitrogênio. Assim, faz-se necessário o ajuste da quantidade de energia proveniente de carboidratos e lipídios, para que se possa avaliar a possibilidade de reduzir o teor de proteína preservando-se o desempenho.

Tabela 4. Composição centesimal (peixe inteiro e filé) dos juvenis de carpa capim segundo a porcentagem de proteína na dieta, aos 80 dias experimentais

Variável	Inicial	Proteína (%)			
		22	30	36	44
Peixe inteiro					
Umidade (%) ³	76,95±0,24	67,47±0,85*	66,68±1,09*	64,31±1,58*	64,42±1,24*
Cinzas (%) ³	1,62±0,06	1,48±0,04	1,75±0,17	1,39±0,04	1,49±0,14
Gordura (%) ²	5,12±0,41	17,28±0,90*	19,57±0,30*	20,67±0,68*	19,75±0,92*
Proteína (%) ³	17,91±1,95	14,37±0,92	13,88±0,87	17,08±1,42	15,32±0,24
CRP ¹	-	-0,24±0,21	0,39±0,21	1,24±0,22	1,24±0,03
TEP ¹	-	0,29±0,05	0,58±0,08	0,78±0,07	0,92±0,04
DPC (g) ¹	-	-2,03±1,87	4,80±2,75	20,02±3,57	26,82±0,69
DGC (g) ¹	-	23,95±2,75	36,87±2,50	49,31±3,28	62,11±4,28
Filé					
Umidade (%) ³	79,02±0,21	75,18±0,95*	75,00±0,50*	74,90±0,47*	74,40±0,80*
Cinzas (%) ³	1,16±0,04	1,30±0,08	1,20±0,08	1,18±0,02	1,15±0,04
Gordura (%) ³	1,80±0,07	3,87±0,36*	4,38±0,30*	5,65±0,32*	4,85±0,69*
Proteína (%) ³	19,76±0,05	20,46±0,75	20,55±0,81	20,38±0,25	20,84±0,31
DPF (g) ¹	-	6,32±2,00	16,96±0,83	26,46±2,15	43,52±2,37
DGF (g) ¹	-	4,24±0,42	7,33±1,03	12,84±0,74	14,42±2,61

Valores expressos como média ± erro-padrão da média, na matéria natural.

CRP: coeficiente de retenção proteica; TEP: taxa de eficiência proteica; DPC e DPF: deposição de proteína corporal e no filé, respectivamente; DGC e DGF: deposição de gordura corporal e no filé, respectivamente.

Médias seguidas de *, na mesma linha, indicam diferença significativa em relação à análise inicial (teste Dunnett, P<0,05).

¹Efeito linear: CRP: $Y = -1,72 + 0,07X$, $r^2: 0,74$; TEP: $Y = -0,32 + 0,03X$, $r^2: 0,86$; DPC: $Y = -33,67 + 1,40X$, $r^2: 0,87$; DGC: $Y = -14,96 + 1,76X$, $r^2: 0,90$; DPF: $Y = -32,24 + 1,68X$, $r^2: 0,95$; DGF: $Y = -6,61 + 0,49X$, $r^2: 0,75$.

²Efeito quadrático: gordura no peixe inteiro: $Y = 0,71 + 1,07X - 0,01X^2$, $r^2: 0,58$.

³Regressão polinomial não significativa (P>0,05).

CONCLUSÕES

O teor de proteína bruta que resulta em maior crescimento dos juvenis de carpa capim, alimentadas com dietas práticas, nas condições do presente trabalho, é de 44%. Entretanto, a elevação do nível de proteína da dieta causa elevação da concentração de triglicerídeos no sangue e filé, além de aumento da deposição de gordura corporal e no filé dos juvenis de carpa capim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL HAFEDH, Y.S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquac. Res.*, v.30, p.385-393, 1999.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Phys.*, v.37, p.911-917, 1959.

BUREAU, D.P.; KAUSHIK, S.J.; CHO, C.Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds). *Fish nutrition*. 3.ed. San Diego: Academic, 2002. p.1-59.

CAMARGO, J.B.J.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. et al. Criação de alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com ração e forragens cultivadas. *Rev. Bras. Agroc.*, v.12, p.213-217, 2006.

CAMARGO, S.O.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. *Cienc. Rural*, v.35, p.1046-1411, 2005.

CHO, S.H.; JO, J.Y.; KIM, D.S. Effects of variable feed allowance with constant energy and ratio of energy to protein in a diet for constant protein input on the growth of common carp *Cyprinus carpio* L. *Aquac. Res.*, v.32, p.349-356, 2001.

- DEBNATH, D.; PALA, A.K.; SAHU, N.P. et al. Digestive enzymes and metabolic profile of *Labeo rohita* fingerlings fed diets with different crude protein levels. *Comp. Biochem. Physiol.*, Part B, v.146, p.107-114, 2007.
- DING, L. Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). In: WILSON, R.P. (Ed). *Handbook of requirements of finfish*. Boca Raton: CRC, 1991. p.89-96.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.1433-1441, 2005.
- KERR, M. G. *Exames laboratoriais em medicina veterinária - bioquímica clínica e hematologia*. 2.ed., São Paulo: Roca, 2003. p.339-342.
- KHAN, M.A.; JAFRI, A.K.; CHADHA, N.K. Growth, reproductive performance, muscle and egg composition in grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes), fed hydrilla or formulated diets with varying protein levels. *Aquac. Res.*, v.35, p.1277-1285, 2004.
- KLINGER, R.C.; BLAZER, V.S.; ECHEVARRIA, C. Effects of dietary lipid on the hematology of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, v.147, p.225-233, 1996.
- MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDSTEDT, L.M. et al. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. *Rev. Cienc. Agroambiental*, v.1, p.43-51, 2006a.
- MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; METÓN, I. et al. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, Part A, v.145, p.181-187, 2006b.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, v.240, p.331-343, 2004.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger: principles of biochemistry*. 4.ed. New York: W.H. Freeman, 2004.
- OFFICIAL methods of analysis. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 1018p.
- PEZATTO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Eds). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: TecArt, 2004. p.75-169.
- POLI, C.R.; ARANA, L.V. Qualidade da água em aquicultura In: POLI, C.R. et al. *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa, 2003. p.45-72.
- RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, supl., p.1588-1593, 2006.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência proteica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.1-10, 2002.
- SANZ, A.; GARCÍA GALLEGO, M.; de la HIGUERA, M. Protein nutrition in fish: protein/energy ratio and alternative protein sources to fish meal. *J. Physiol. Biochem.*, v.56, p.275-282, 2000.
- SINGH, P.K.; GAUR, S.R.; CHARI, M.S. Effect of varying protein levels on the growth of Indian Major Carp Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Int. J. Zool. Res.*, v.2, p.186-191, 2006.
- TAKEUCHI, T.; HERNÁNDEZ, M.; WATANABE, T. Nutritive value of gelatinized corn meal as a carbohydrate source to grass carp and hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Fish. Sci.*, v.60, 573-577, 1994.
- TIAN, L.X.; LIU, Y.J. Utilization of glucose and cornstarch by juvenile grass carp. *N. Am. J. Aquacult.*, v.66, p.141-145, 2004.
- WANG, S.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X. et al. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture*, v.249, p.419-429, 2005.
- WENZHANG, Y.; ZHONGZHI, H.; CHAOXING, L. et al. Requirement of phosphorus in dietary of grass carp. *J. Fish. China*, v.11, p.285-292, 1987.