



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Veiverberg, Cátia Aline; Radünz Neto, João; Emanuelli, Tatiana; Costenaro Ferreira, Cristiano;
Strohschein Maschke, Fernando; Meireles dos Santos, Alberto

Alimentação de juvenis de carpa capim com dietas à base de farelos vegetais e forragem

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 3, 2010, pp. 247-253

Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126501004>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Alimentação de juvenis de carpa capim com dietas à base de farelos vegetais e forragem

Cátia Aline Veiverberg¹, João Radünz Neto^{2*}, Tatiana Emanuelli³, Cristiano Costenaro Ferreira³, Fernando Strohschein Maschke² e Alberto Meireles dos Santos³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Julio de Castilhos, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Laboratório de Piscicultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: jradunzneto@yahoo.com.br

RESUMO. Para avaliar o potencial dos ingredientes de origem vegetal como substitutos da farinha de carne suína em dietas para *Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, (1844) (carpa capim), 180 juvenis (15 por tanque) foram criados durante 60 dias em sistema de recirculação de água. Foi avaliada a substituição da farinha de carne suína (FCS) por farelo de canola (FC), farelo de girassol (FG) e a mistura dos farelos de canola e girassol (FCG). As dietas também continham farelo de soja como fonte proteica. O consumo diário de forragem (1,24 a 2,11% do peso vivo) não diferiu entre os tratamentos. Peso final, ganho em peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente não diferiram estatisticamente entre as dietas. O rendimento de filé foi maior nos tratamentos FC e FCG, enquanto o índice digestivossomático foi maior nos tratamentos FG e FCG. Maior teor de gordura e menores teores de proteína no peixe inteiro e de cinzas no filé foram obtidos no tratamento FCG. Os filés dos tratamentos FCS e FCG apresentaram maior valor de luminosidade. Os peixes da dieta FCS apresentaram maiores valores de proteínas, triglicerídeos e colesterol total no soro. Conclui-se que os farelos de canola e girassol podem ser utilizados em dietas para recria da carpa capim.

Palavras-chave: *Ctenopharyngodon idella*, farelo de canola, farelo de girassol, farinha de carne suína, recria.

ABSTRACT. Feeding grass carp juveniles with plant-protein diets and forage. To evaluate the potential of plant-protein sources to replace porcine meat meal in diets for grass carp juveniles, 180 fish (15 per tank) were reared for 60 days in a re-use water system. We evaluated the replacement of porcine meat meal (FCS) for canola meal (FC), sunflower meal (FG) or a mixture of canola and sunflower meal (FCG). The diets were also composed of soybean meal as a protein source. Daily forage intake ranged from 1.24 to 2.11% body weight and did not differ among treatments. Final weight, weight gain, specific growth rate and feed conversion rate did not differ statistically among diets. The fillet yield was higher in FC and FCG diets, while the digestive-somatic index was higher in treatments FG and FCG. Higher fat, lower protein content in whole fish and ash in fillet were obtained in the treatment FCG. The FCG and FCS fillets showed higher L value (brightness). Fish fed the FCS diet had higher values of protein, triglycerides and total cholesterol in serum. We conclude that canola meal and sunflower meal can be used in diets for grass carp in the growing phase.

Key words: *Ctenopharyngodon idella*, canola meal, sunflower meal, porcine meat meal, growing phase.

Introdução

Vários estudos têm sido conduzidos, mundialmente, na tentativa de encontrar ingredientes com potencial de substituir a farinha de peixe usada na aquicultura (KAUSHIK et al., 1995; EL-SAYDI; GABER, 2003), pois as fontes proteicas de origem animal, como a farinha de carne suína, se caracterizam por apresentarem alto valor de proteína e composição de aminoácidos próxima da exigida

pelos peixes (EL-SAYED, 1999). Além disso, em algumas regiões encontra-se maior disponibilidade da farinha de carne suína, com custo bem inferior ao da farinha de peixe.

Entretanto, por ser subproduto do abate de animais, está sujeito à grande variação na composição, principalmente nos teores de proteína e gordura (CAMPESTRINI, 2005). O alto percentual de matéria mineral também limita a inclusão deste ingrediente na dieta.

Com o incentivo à produção de biodiesel no Brasil, grande quantidade de subprodutos vegetais será gerada, principalmente farelos obtidos após a extração do óleo (PARENTE, 2003). O aumento da disponibilidade destes subprodutos, em geral, com alto valor proteico e com baixo custo, servirá de incentivo à busca de alternativas às farinhas de origem animal em dietas para peixes.

Apesar da composição destes ingredientes ser mais constante em comparação às fontes proteicas de origem animal, a presença de fatores antinutricionais e a deficiência em um ou mais aminoácidos essenciais limita a inclusão dos mesmos nas dietas (FRANCIS et al., 2001). A combinação de fontes proteicas vem sendo destacada como forma de reduzir o efeito negativo do desbalanço de aminoácidos, problemas de digestibilidade e fatores antinutricionais resultantes do uso excessivo de determinada fonte em rações para peixes (BUREAU et al., 2000).

A carpa capim, espécie exótica amplamente utilizada na piscicultura brasileira em policultivo com outras carpas, caracteriza-se por sua rusticidade, desempenho satisfatório e grande aceitação no mercado consumidor em comparação com outras carpas. Há, contudo, carência de dados quanto à determinação de suas exigências nutricionais, em condições tropicais, para que se forneçam dietas adequadas para o seu cultivo (SOARES et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dos ingredientes de origem vegetal como substitutos da farinha de carne suína em dietas para juvenis de carpa capim e seus efeitos sobre o crescimento, parâmetros sanguíneos e de carcaça.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de fevereiro a abril de 2008 (60 dias). Foi utilizado um sistema de recirculação de água com temperatura controlada (com termostatos analógicos), composto por 12 tanques de 850 L cada. A temperatura da água foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio. Os demais parâmetros físicos e químicos foram monitorados semanalmente. Para medição do oxigênio dissolvido utilizou-se oxímetro digital (marca YSI®), e para amônia total, nitrito, alcalinidade total e dureza foram utilizados os reagentes colorimétricos da Alfakit®.

Foram utilizados 180 juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) com peso médio de 54,6 ± 1,0 g, obtidos em piscicultura comercial (Piscicultura São Carlos - Ibirubá, Estado do Rio Grande do Sul). Estes animais foram distribuídos

nas 12 unidades experimentais na densidade de 15 peixes por tanque. Duas semanas antes do início do experimento, os animais foram distribuídos no sistema para aclimatação às condições experimentais. Neste período, receberam ração peletizada com 30% de proteína bruta, fornecida até a saciedade aparente, e capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shumach.) *ad libitum*.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos avaliados foram: FCS = dieta-controle, à base de farinha de carne suína; FC = substituição parcial da farinha de carne suína por farelo de canola; FG = substituição parcial da farinha de carne suína por farelo de girassol; FCG = substituição parcial da farinha de carne suína por farelo de canola + farelo de girassol (Tabela 1). Todas as dietas continham também farelo de soja como fonte proteica. As rações foram formuladas para serem isoproteicas e isocalóricas, e suplementadas com lisina para atender à exigência mínima da espécie (2,24% da dieta), segundo Wang et al. (2005). A porcentagem de cada fonte avaliada foi calculada de forma a se obter teor de proteína equivalente ao da dieta-controle (FCS). Optou-se pela substituição parcial (90%) para que as dietas ficassem com teor de proteína semelhante entre si.

Tabela 1. Formulação das dietas experimentais para juvenis de carpa capim.

Ingredientes (%)	Tratamentos ¹			
	FCS	FC	FG	FCG
Farinha de carne suína	36,5	3,6	3,6	3,6
Farelo de soja	41,33	41,33	41,33	41,33
Farelo de canola	-	39,8	-	19,9
Farelo de girassol	-	-	37,65	18,83
Farelo de trigo	11,41	2	3	1,56
Milho moído	4,73	2,67	3,96	4,3
Óleo de soja	1,03	5,6	5,46	5,48
Mistura vitamínica ²	2	2	2	2
Mistura mineral ³	1	1	1	1
Fosfato Bicálcico	1	1	1	1
Cloreto de sódio	1	1	1	1
Lisina HCL (99%)	0,30	0,06	0,36	0,41

¹Tratamentos: FCS = farinha de carne suína; FC = farelo de canola; FG = farelo de girassol; FCG = farelo de canola + farelo de girassol. ²1% de mistura vitamínica + 1% de cloreto de colina. Composição da mistura vitamínica (por kg de produto/ Mig-Plus): Vit. B9: 3.000 mg; Vit. B3: 60.000 mg; Vit. B5: 30.000 mg; Biotina: 100 mg; Vit. A: 10.000.000 UI; Vit. B1: 8.000 mg; Vit. B2: 10.000 mg; Vit. B6: 8.000 mg; Vit. B12: 20.000 mg; Vit. C: 150.000 mg; Vit. D3: 2.000.000 UI; Vit. E: 150.000 mg; Vit. K3: 6.000 mg; Inositol: 88.000 mg. ³Composição da mistura mineral (por kg de produto/Mig-Plus): Ferro: 30.000 mg; Manganês: 5.000 mg; Cobre: 2.000 mg; Zinco: 20.000 mg; Iodo: 900 mg; Cobalto: 20 mg; Selênio: 100 mg.

Para confecção das dietas experimentais, os ingredientes secos foram moídos, pesados e misturados em misturador elétrico até completa homogeneização. A lisina foi inicialmente incorporada a uma parte da mistura, que gradualmente foi incorporada ao restante dos ingredientes. Após a homogeneização, fez-se a

incorporação do óleo, sendo novamente homogeneizado. Para a peletização, foi adicionado água (temperatura ambiente) até obter ponto de massa. As rações foram peletizadas em máquina de moer carne e secas em estufa com circulação de ar forçada (52°C) por 24h. Após, foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-18°C) até o momento do fornecimento aos animais.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 10 e às 16h. Na alimentação da manhã, foram fornecidos 2% da biomassa em ração, cuja quantidade foi baseada na observação de consumo no período de adaptação. Ao longo do período experimental, a quantidade de ração foi ajustada a cada 20 dias mediante pesagem dos animais. À tarde, os animais receberam capim elefante à vontade, obtido em área instalada no Laboratório de Piscicultura, em parcela de 300 m². Aproximadamente 90 dias antes do início do experimento, o capim foi roçado para permitir o rebrote, além de receber adubação com 70 kg de ureia, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1997).

Antes do fornecimento aos animais, o capim elefante foi pesado, e antes da alimentação da manhã foi realizada a retirada das sobras, as quais foram mantidas em temperatura ambiente até evaporação da água. Então foi feita a pesagem das sobras para determinação do consumo diário de forragem (CDF), em % do peso vivo. Neste momento, também foi feita a sifonagem das unidades experimentais, para remoção da matéria orgânica acumulada.

No início e final do experimento, foram coletadas amostras do capim e ração para análise da composição bromatológica dos alimentos (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal das dietas experimentais e da forragem (capim elefante) para juvenis de carpa capim.

Componentes (%)	Tratamentos ¹				Forragem ²
	FCS	FC	FG	FCG	
Matéria seca ³	93,8	93,9	92,7	93,1	21,9
Proteína bruta ³	40,8	40,1	39,6	39,7	3,7
Extrato etéreo ³	11,1	8,3	7,5	8,7	1,0
Cinzas ³	14,5	9,5	9,8	9,8	2,6
Fibra em detergente neutro ³	13,1	13,3	9,3	11,4	13,4
Carboidratos ³	14,3	22,8	26,6	23,5	1,3
Cálcio ⁴	2,3	0,8	0,6	0,7	-
Fósforo ⁴	1,6	1,0	1,0	1,0	-
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁵	3115	3102	3128	3142	276

¹Tratamentos: FCS = farinha de carne suína; FC = farelo de canola; FG = farelo de girassol; FCG = farelo de canola + farelo de girassol. ²Composição na matéria natural (material verde). ³Analisada – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. ⁴Calculada com base na composição analisada dos ingredientes (Centro de Pesquisa em Alimentação – Universidade de Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul). ⁵Calculada: ED = [(PB*5,64*0,75)+(EE*9,44*0,9)+(CSDN*4,11*0,75)]. Adaptada de Bureau et al. (2002).

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM. No início do experimento também foram obtidas amostras de peixe inteiro e filé, para cálculo dos valores iniciais de rendimentos e composição centesimal.

Ao final do experimento, os animais passaram por jejum de 24h e foram anestesiados com trifenoxietanol – 0,03%, diluído em água, conforme recomendação de Woynarovich e Horváth (1983) – para mensuração do peso (balança digital de 0,01 g) e comprimento total (com ictiômetro). A partir destes dados, foram calculados: taxa de crescimento específico (TCE, % dia⁻¹), fator de condição (FC), conversão alimentar aparente (CAA) e ganho em peso médio diário (GPD, g dia⁻¹).

Três juvenis por unidade experimental foram anestesiados (como descrito anteriormente) e abatidos por imersão em água + gelo (1:1), eviscerados, filetados e dissecados, para cálculo de rendimento de carcaça, rendimento de filé, índice digestivossomático, índice hepatossomático e índice de gordura visceral, expressos em porcentagem (%) do peso inteiro, além do quociente intestinal, que representa o comprimento do trato digestivo em relação ao comprimento total do peixe. Os filés retirados foram analisados quanto à composição centesimal. Além disso, dois juvenis por repetição foram anestesiados, abatidos e moídos para análise da composição corporal. A umidade foi determinada pela perda de peso após 48h a 60°C em estufa com circulação forçada de ar, seguida de 8h a 105°C. O conteúdo de cinzas foi determinado a 550°C (método 923.03) de acordo com AOAC (1995). A proteína bruta (N x 6,25) foi determinada pelo método de microKjeldahl (método 960.52) da AOAC (1995), e a gordura extraída e quantificada de acordo com o método de Bligh e Dyer (1959). Os dados foram expressos em porcentagem na matéria fresca.

A coleta de sangue foi realizada em seis peixes por tratamento, na veia caudal, após anestesia. Uma alíquota foi imediatamente inserida em tira reagente de aparelho medidor de glicose (GLIC, mg dL⁻¹), marca Accu-check Active®. O restante das amostras foi acondicionado em tubos tipo Eppendorf e centrifugados a 3.000 rotações minuto⁻¹ durante 10 min. O soro obtido foi utilizado na determinação de triglicerídeos (TG, mg dL⁻¹), proteínas totais (PT, g dL⁻¹) e colesterol total (COL, mg dL⁻¹), com reagentes colorimétricos (Doles®).

Os dados observados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Todos os dados passaram por processo de diagnóstico de *outliers* (valores aberrantes), sendo excluídos os valores que fossem

maiores que (média + 2dp) e menores que (média - 2dp), em que dp = desvio-padrão amostral. Após o teste de normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, em nível de 5% de significância, com auxílio do software SAS (2001).

Resultados e discussão

Durante o período experimental, os parâmetros físicos e químicos da água mantiveram-se dentro da faixa aceitável para a criação de peixes (POLI; ARANA, 2003): temperatura da manhã $23,4 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$; temperatura da tarde $24,1 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$; pH $6,6 \pm 0,1$; alcalinidade total $33,1 \pm 11,4 \text{ mg L}^{-1}$ de CaCO_3 ; amônia total $0,2 \pm 0,08 \text{ mg L}^{-1}$; nitrito $0,0 \text{ mg L}^{-1}$; oxigênio dissolvido $7,4 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$; dureza total $74,0 \pm 23,8 \text{ mg L}^{-1}$ de CaCO_3 .

Ao final dos 60 dias experimentais, não foram observadas diferenças significativas para peso médio final (PMF), taxa de crescimento específico (TCE), ganho em peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA) e consumo diário de forragem (CDF) dos juvenis alimentados com as diferentes dietas (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes proteicas na dieta.

Variáveis ²	Tratamentos ¹			
	FCS	FC	FG	FCG
PMI (g)	$55,3 \pm 2,3$	$54,1 \pm 0,6$	$56,0 \pm 0,8$	$53,8 \pm 2,6$
PMF (g)	$74,3 \pm 1,9$	$83,4 \pm 4,7$	$77,6 \pm 1,7$	$80,5 \pm 5,1$
TCE (% dia ⁻¹)	$0,6 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,02$	$0,7 \pm 0,03$
GPD (g dia ⁻¹)	$0,4 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,02$	$0,4 \pm 0,04$
CAA	$3,2 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,1$
CDF (% PV)	$1,2 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$

Valores expressos como média \pm erro-padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

¹Tratamentos: FCS = farinha de carne suína; FC = farelo de canola; FG = farelo de girassol; FCG = farelo de canola + farelo de girassol. ²Variáveis: PMI = peso médio inicial; PMF = peso médio final; TCE = taxa de crescimento específico; GPD = ganho em peso diário; CAA = conversão alimentar aparente; CDF = consumo diário de forragem (% em material verde).

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos obtidos com outras espécies herbívoras e onívoras.

Tabela 4. Parâmetros sanguíneos, rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes proteicas na dieta.

Variáveis ²	Inicial	Tratamentos ¹			
		FCS	FC	FG	FCG
PT (g dL ⁻¹)	-	$3,1 \pm 0,2^a$	$2,7 \pm 0,1^b$	$2,8 \pm 0,1^b$	$2,6 \pm 0,1^b$
TG (mg dL ⁻¹)	-	$536,4 \pm 34,5^a$	$483,4 \pm 47,1^{ab}$	$381,6 \pm 30,9^b$	$437,9 \pm 31,4^{ab}$
COL (mg dL ⁻¹)	-	$503,8 \pm 24,9^a$	$383,5 \pm 27,0^b$	$408,4 \pm 23,2^b$	$400,8 \pm 8,6^b$
GLIC (mg dL ⁻¹)	-	$144,8 \pm 8,4$	$109,5 \pm 5,5$	$107,7 \pm 4,9$	$102,3 \pm 7,1$
RC (%)	$84,0 \pm 0,5$	$85,8 \pm 0,4^*$	$85,6 \pm 0,3^*$	$85,9 \pm 0,5^*$	$85,0 \pm 0,2$
RF (%)	$28,9 \pm 0,6$	$30,2 \pm 0,3^b$	$32,4 \pm 0,5^*$	$31,0 \pm 0,6^*$	$32,6 \pm 0,3^*$
IHS (%)	$3,0 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1^*$	$2,4 \pm 0,1^*$	$2,2 \pm 0,2^*$	$2,6 \pm 0,1$
IDS (%)	$3,2 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,1^*$	$2,4 \pm 0,1^*$	$2,8 \pm 0,1^a$	$2,6 \pm 0,1^{ab}$
QI	$2,3 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1^*$	$1,9 \pm 0,1^*$	$1,8 \pm 0,1^*$	$1,9 \pm 0,1^*$
IGV (%)	$0,4 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1^*$	$1,7 \pm 0,2^*$	$1,4 \pm 0,3^*$	$2,0 \pm 0,2^*$

Valores expressos como média \pm erro-padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). Médias seguidas de *, na mesma linha, diferem estatisticamente da amostra inicial (teste de Dunnett, $p < 0,05$). ¹Tratamentos: FCS = farinha de carne suína; FC = farelo de canola; FG = farelo de girassol; FCG = farelo de canola + farelo de girassol. ²Variáveis: PT = proteínas totais; TG = triglicerídeos; COL = colesterol total; GLIC = glicose; RC = rendimento de carcaça; RF = rendimento de file; IHS = índice hepatossomático; IDS = índice digestivossomático; QI = quociente intestinal; IGV = índice de gordura visceral.

Por exemplo, a substituição total da farinha de peixe pela mistura de partes iguais de farelos de soja, algodão, girassol e linhaça (25% cada), mais a suplementação com 0,5% de metionina e 0,5% de lisina não afetou o crescimento dos juvenis de tilápia, além de resultar em menor custo de alimento consumido por kg de peixe produzido (EL-SAYDI; GABER, 2003). Para alevinos de carpa capim (1,33 g), a inclusão de 14,4% de farelo de canola resultou em melhor desempenho em comparação à dieta-controle (farelo de soja), mas níveis maiores levaram à redução do crescimento e piora da conversão alimentar (SOARES et al., 1998).

É possível substituir até 20% da proteína animal por farelo de girassol (21,58% na dieta) em dietas para alevinos de *Tilapia rendalli* Boulenger, 1897, quando não é feita suplementação dos aminoácidos essenciais limitantes (OLVERA-NOVOA et al., 2002). No trabalho supracitado, os autores associaram o pior desempenho dos animais alimentados com as dietas com níveis de substituição de 30 a 50% à deficiência de metionina, e recomendam que a suplementação dos aminoácidos deficientes seja feita sempre que possível. No presente trabalho, foi necessária a suplementação de lisina para atender às exigências dos juvenis de carpa capim (WANG et al., 2005), permitindo assim maior nível de inclusão dos farelos vegetais (Tabela 1).

Para avaliar adequadamente o valor nutricional dos ingredientes de origem vegetal e possíveis efeitos adversos dos fatores antinutricionais nos peixes, é fundamental o estudo dos parâmetros metabólicos (GATLIN III et al., 2007).

No presente estudo, os valores séricos de proteína total, triglicerídeos e colesterol total da carpa capim foram significativamente maiores no tratamento-controle (FCS) em relação aos demais (Tabela 4). O maior nível de extrato etéreo da dieta FCS (Tabela 2) pode auxiliar na explicação do nível de colesterol e triglicerídeos, visto que este é um importante componente no processo de metabolização das gorduras.

Os níveis de triglicerídeos e colesterol plasmáticos, observados neste estudo, parecem apresentar relação com os níveis de gordura da dieta, uma vez que a dieta FCS apresentou o maior teor de gordura e resultou em maiores concentrações dos referidos parâmetros (Tabelas 2 e 4). Esta relação indica transporte endógeno de lipídios mais ativo, semelhante ao observado por Du et al. (2005) e Gao et al. (2009) também em juvenis de carpa capim. Além disso, esses resultados podem ser associados à presença de polissacarídeos não-amiláceos provenientes dos farelos vegetais. Hansen et al. (2007) afirmam que a presença de polissacarídeos não-amiláceos faz com que os sais biliares se liguem a estes antinutrientes, o que resulta em aumento da excreção de colesterol nas fezes e diminuição do colesterol circulante. Francis et al. (2001) afirmam que os polissacarídeos não-amiláceos são encontrados em grande parte dos grãos e cereais, e destacam que os oligossacarídeos também podem prejudicar a absorção de lipídios pelos peixes.

Os maiores níveis de gordura no peixe inteiro foram observados nos tratamentos FCG e FCS (Tabela 5). Os teores de umidade e cinzas não foram afetados pelas fontes proteicas da dieta. Os resultados obtidos são semelhantes àqueles apresentados por Du et al. (2006), avaliando níveis de lipídio na dieta de carpa capim (13,8 a 14,8% de proteína e de 5,4 a 8,2% de gordura no peixe inteiro).

A composição dos filés (Tabela 5) não diferiu significativamente entre os tratamentos, exceto os teores de cinzas, que foram maiores nas dietas FCS e FCG. A avaliação instrumental da cor indicou que apenas a luminosidade apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Este resultado pode ser explicado pela concentração de

gordura, que embora não tenha diferido no filé, apresentou a mesma tendência para o peixe inteiro. O efeito da dieta na qualidade dos filés tem sido avaliado em muitos trabalhos, apresentando resultados variáveis. Kaushik et al. (1995) observaram maior luminosidade nos filés de trutas arco-íris alimentadas com concentrado proteico de soja em substituição à farinha de peixe. Ainda para truta arco-íris, a utilização de farinha de peixe ou a mistura de farelos vegetais não afetou a luminosidade, mas os peixes alimentados com dieta à base de farelos vegetais apresentaram maior valor de "a" e menor valor de "b" (FRANCESCO et al., 2004).

As diferenças observadas entre os resultados obtidos em diferentes estudos refletem o fato de que a capacidade de utilização de ingredientes vegetais depende consideravelmente da espécie em questão e da qualidade do ingrediente incorporado na dieta. Além da avaliação do desempenho das fontes alternativas em comparação aos tratamentos-controle, a relação custo-benefício é que vai indicar se eles são economicamente viáveis.

Conclusão

O farelo de canola e o farelo de girassol podem substituir a farinha de carne suína da dieta, sem alterar o crescimento dos juvenis de carpa capim. Juvenis de carpa capim alimentados com farinha de carne suína apresentam maior nível de proteínas totais e colesterol circulante no sangue em comparação àqueles alimentados com dietas à base de farelos vegetais. As fontes proteicas avaliadas influenciam na composição centesimal do peixe inteiro, mas possuem pequena influência na composição e cor do filé de carpa capim.

Tabela 5. Composição centesimal (na matéria natural) e deposição de nutrientes no peixe inteiro e no filé dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas.

Variáveis ²	Inicial	Tratamentos ¹			
		FCS	FC	FG	FCG
Peixe inteiro					
Umidade (%)	76,4 ± 0,4	71,5 ± 0,6*	73,7 ± 0,9	72,7 ± 0,2*	72,2 ± 1,2*
Cinzas (%)	2,4 ± 0,1	2,7 ± 0,2	2,9 ± 0,3	3,4 ± 0,3	2,8 ± 0,2
Gordura (%)	6,6 ± 0,4	10,2 ± 0,3 ^{ab} *	8,4 ± 0,7*	9,0 ± 0,2 ^{bc} *	11,1 ± 0,3*
Proteína (%)	15,2 ± 0,4	15,2 ± 0,2 ^b	15,3 ± 0,1 ^b	15,9 ± 0,4 ^a	14,8 ± 0,4 ^b
Filé					
Umidade (%)	80,8 ± 0,2	78,1 ± 0,2*	77,4 ± 0,4*	78,4 ± 0,3*	77,4 ± 0,5*
Cinzas (%)	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,01 ^a	1,1 ± 0,01 ^b	1,0 ± 0,03 ^b	1,2 ± 0,02 ^a
Gordura (%)	1,7 ± 0,004	2,7 ± 0,1*	2,6 ± 0,4*	2,6 ± 0,1*	3,1 ± 0,1*
Proteína (%)	17,5 ± 0,1	19,2 ± 0,3*	19,4 ± 0,2*	19,1 ± 0,1*	19,4 ± 0,2*
L	-	50,4 ± 0,5 ^a	47,0 ± 0,4 ^b	48,5 ± 0,9 ^{ab}	49,4 ± 0,8 ^a
A	-	11,9 ± 1,0	14,3 ± 1,2	14,0 ± 0,8	12,5 ± 0,6
B	-	7,3 ± 0,6	6,9 ± 0,7	7,3 ± 0,1	7,2 ± 0,6

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). Médias seguidas de *, na mesma linha, diferem estatisticamente da amostra inicial (teste de Dunnett, $p < 0,05$). ¹Tratamentos: FCS = farinha de carne suína; FC = farelo de canola; FG = farelo de girassol; FCG = farelo de canola + farelo de girassol. ²Variáveis: L = luminosidade; a = tendência ao vermelho (+) ou verde (-); b = tendência ao amarelo (+) ou azul (-).

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado ao primeiro autor e pela bolsa de produtividade em pesquisa (1-D) para João Radünz Neto. À Giovelli & Cia. Ltda., pela doação do farelo de girassol para a realização do experimento, e à Mig-Plus Nutrimentos Agropecuários Ltda., pela elaboração das misturas vitamínica e mineral.

Referências

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC, 1995. (Suppl. 1998).

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BUREAU, D. P.; HARRIS, A. M.; BEVAN, D. J.; SIMMONS, L. A.; AZEVEDO, P. A.; CHO, C. Y. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture**, v. 181, n. 3-4, p. 281-291, 2000.

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

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 4, p. 221-234, 2005. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/024V2N4P221_234_JUL2005.pdf>. Acesso em: 30 set. 2006.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-NRS/Embrapa-CNPT, 1997.

DU, Z.-Y.; LIU, Y.-J.; TIAN, L.-X.; WANG, J.-T.; WANG, Y.; LIANG, G.-Y. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 139-146, 2005.

DU, Z.-Y.; LIU, Y.-J.; TIAN, L.-X.; HE, J.-G.; CAO, J.-M.; LIANG, G.-Y. The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, v. 14, n. 3, p. 247-257, 2006.

EL-SAYED, A.-F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, n. 1-4, p. 149-168, 1999.

EL-SAYDI, D. M. S. D.; GABER, M. M. A. Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 13, p. 1119-1127, 2003.

FRANCESCO, M.; PARISI, G.; MÉDALE, F.; LUPI, P.; KAUSHIK, S. J.; POLI, B. M. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 236, n. 1-4, p. 413-429, 2004.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, n. 3-4, p. 197-227, 2001.

GAO, W.; LIU, Y.-J.; TIAN, L.-X.; MAI, K.-S.; LIANG, G.-Y.; YANG, H.-J.; HUAI, M.-Y.; LUO, W.-J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, Early view, 2009. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/122457129/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

GATLIN III, D. M.; BARROWS, F. T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T. G.; HARDY, R. W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E. J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 6, p. 551-579, 2007.

HANSEN, A.-C.; KARLSEN, Ø.; ROSENLUND, G.; RIMBACH, M.; HEMRE, G.-I. Dietary plant protein utilization in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. **Aquaculture Nutrition**, v. 13, n. 3, p. 200-215, 2007.

KAUSHIK, S. J.; CRAVEDI, J. P.; LALLES, J. P.; SUMPTER, J.; FAUCONNEAU, B.; LAROCHE, M. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 133, n. 3-4, p. 257-274, 1995.

OLVERA-NOVOA, M. A.; OLIVERA-CASTILLO, L.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulanger, 1896) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 33, n. 3, p. 223-229, 2002.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engracado**. Fortaleza: Tecbio, 2003.

POLI, C. R.; ARANA, L. V. Qualidade da água em aquicultura. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (Org.). **Aquicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003. p. 45-72.

SAS-Statistical Analysis System. **User's Guide**, Version 8.02. Cary: SAS Institute Inc., 2001.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; FURUYA, W. M.; GALDIOLI, E. M. Farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 20, n. 3, p. 395-400, 1998.

WANG, S.; LIU, Y.-J.; TIAN, L.-X.; XIE, M.-Q.; YANG, H.-J.; WANG, Y.; LIANG, G.-Y. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture*, v. 249, n. 1-4, p. 419-429, 2005.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. A. **Propagação artificial de peixes de águas tropicais.** Manual de extensão. Brasília: FAO/Codevasf/CNPq, 1983.

Received on December 10, 2009.

Accepted on May 24, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.