

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA
DE JUVENIS DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon
idella*) EM RESPOSTA A NÍVEIS E FONTES DE
PROTEÍNA DA DIETA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cátia Aline Veiverberg

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE
JUVENIS DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) EM
RESPOSTA A NÍVEIS E FONTES DE PROTEÍNA DA DIETA**

por

Cátia Aline Veiverberg

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em
Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. João Radünz Neto

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE JUVENIS
DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) EM RESPOSTA A NÍVEIS
E FONTES DE PROTEÍNA DA DIETA**

elaborada por
Cátia Aline Veiverberg

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

João Radünz Neto, Dr.
(Presidente/Orientador)

Wilson Rogério Boscolo, Dr. (UNIOESTE)

Leila Picolli da Silva, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 06 de fevereiro de 2009.

Aos meus pais João Alberto e Clarice

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, em cuja fé me agarrei em todos os momentos.

Aos meus pais João Alberto e Clarice, pelo apoio incondicional e por acreditarem no meu potencial, incentivando-me sempre a ir mais além. À minha irmã Kelly e meu cunhado Pablo, pelos momentos de diversão e companhia, e por sempre estarem dispostos a me ajudar nos inúmeros “favores” que solicitava.

Ao Giovani, companheiro inseparável até hoje, que mesmo passando pelos mesmos problemas que eu, sempre tinha um ombro amigo e um abraço carinhoso. Meu porto seguro, meu companheiro, meu amigo, e, acima de tudo, meu amor... Obrigada por tudo, muito deste trabalho é teu também!

Ao professor João Radünz Neto, por acreditar em mim e incentivar minha caminhada até aqui e daqui para frente. Obrigada pela orientação, não apenas científica, mas também pelas palavras de carinho e apoio quando parecia que tudo ia dar errado...

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e todos os professores que auxiliaram na obtenção deste título. Obrigada pela disponibilização da estrutura e dos conhecimentos que me foram muito importantes nesta jornada. Em especial à professora Leila Picolli da Silva, pela co-orientação e pelo auxílio na condução das análises.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida.

À equipe do Laboratório de Piscicultura: Rafael, Fabio, Viviani, Cristiano, Suzete, Daniel, Suziane, Marco, Fernando Maschke e Maria, pelo auxílio na elaboração, execução e sucesso deste trabalho. Àqueles que deixaram a equipe, mas contribuíram com o máximo de si enquanto faziam parte dela: Fernando Sutili, Franciele, Leonardo, Rosângela, Marcelo.

Aos colegas de pós-graduação, amigos e minha família que, pelos compromissos e a correria do dia-a-dia, aos poucos fui deixando de visitar e conversar tanto quanto queria ou deveria...

Agradecimento especial faço à Giovelli e Cia, pela doação do farelo de girassol para realização do experimento 2 e à MigPlus, pela preparação da fórmula das misturas vitamínicas e minerais. Também agradeço à professora Tatiana Emanuelli e sua equipe (Cristiane, Vanessa e Alberto), pela realização das análises de composição e cor.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou outra contribuíram para que eu chegasse ao fim desta jornada, com a certeza da missão cumprida e de que o esforço vale a pena! Muito obrigada!

"Dê um peixe a um homem faminto e você o alimentará por um dia. Ensine-o a pescar, e você o estará alimentando por uma vida. Ensine-o a cultivar peixes, e você estará alimentando a humanidade."

Adaptado de um provérbio Chinês

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE JUVENIS DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*) EM RESPOSTA A NÍVEIS E FONTES DE PROTEÍNA DA DIETA

AUTORA: CÁTIA ALINE VEIVERBERG

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de fevereiro de 2009.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e qualidade de pescado de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em resposta a níveis e fontes de proteína da dieta. Para isso, foram conduzidos dois experimentos: o primeiro, com 80 dias, avaliando quatro níveis de proteína bruta (22, 30, 36 e 44%) e o segundo, com 60 dias, avaliando fontes proteicas na dieta, em combinação com farelo de soja: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FG: farelo de girassol e FCG: farelo de canola + farelo de girassol. Ambos os experimentos foram conduzidos em sistema de recirculação de água com temperatura controlada, composto de 12 unidades experimentais (850 L), com três repetições por tratamento. No experimento 1, 10 animais por unidade experimental (peso inicial $153,0 \pm 18,2$ g) foram alimentados com ração (3% da biomassa) duas vezes ao dia. No experimento 2, foram utilizados 15 animais por unidade experimental (peso inicial $54,7 \pm 7,8$ g), alimentados com ração (2% da biomassa) pela manhã e capim elefante (à vontade) à tarde. Foram avaliados os parâmetros de crescimento (peso, taxa de crescimento específico, ganho em peso diário e relativo e conversão alimentar aparente) e de carcaça (rendimento de carcaça e filé, índices digestivossomático, hepatossomático e de gordura visceral, quociente intestinal, coeficiente de retenção protéica e deposições de proteína e gordura corporal e no filé). Além disso, a composição centesimal (umidade, cinzas, gordura e proteína) no filé e no peixe inteiro e os parâmetros sanguíneos (glicose, triglicerídeos totais, colesterol total e proteínas totais nos dois experimentos e hematócrito no experimento 1) também foram avaliados. No experimento 2 também foi determinado o consumo diário de forragem e a medida instrumental da cor. No experimento 1, houve efeito linear positivo do nível de proteína para todas as variáveis de crescimento. Entretanto, o mesmo efeito foi observado para a deposição de gordura corporal e no filé, triglicerídeos totais e colesterol total no soro, indicando que a proteína proveniente da dieta estava sendo utilizada como fonte de energia. Para conversão alimentar aparente e gordura no peixe inteiro, o efeito foi quadrático, com ponto de máxima em 40,6% de PB e 37,1%, respectivamente. Coeficiente de retenção protéica, taxa de eficiência protéica, deposição de proteína corporal e no filé e hematócrito também apresentaram efeito linear positivo. No experimento 2, os parâmetros de crescimento não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. O consumo de forragem variou entre 1,24 e 2,11% do PV por dia, não diferindo entre os tratamentos. Na composição centesimal do peixe inteiro, maior teor de gordura e menor teor de proteína foram obtidos no tratamento FCG, bem como para cinzas no filé. A dieta FCS foi a que apresentou maiores valores de proteínas, triglicerídeos e colesterol total circulantes. O rendimento de filé foi maior nos tratamentos FC e FCG, enquanto o índice digestivossomático foi maior nos tratamentos FG e FCG. Na avaliação instrumental da cor, os filés obtidos dos tratamentos FCS e FCG apresentaram maior valor de L (luminosidade), diferindo apenas do tratamento FC. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que: o nível mínimo de proteína para o máximo crescimento da carpa capim na fase de recria, com dietas práticas, é de 44%; a variação do nível de proteína da dieta promove alterações no metabolismo dos juvenis de carpa capim, refletido nos parâmetros sanguíneos e de carcaça; farelo de canola e farelo de girassol podem ser utilizados em dietas para recria da carpa capim, quando for feita a suplementação com lisina e forragem, sem comprometer o crescimento.

Palavras-chave: cor, farelos vegetais, farinha de carne suína, filé, níveis de proteína, recria

ABSTRACT

Animal Science Master Dissertation
Post-Graduate Program in Animal Science
Federal University of Santa Maria

GROWTH AND CARCASS CHARACTERISTICS OF GRASS CARP (*Ctenopharyngodon idella*) JUVENILES IN RESPONSE OF DIETARY PROTEIN LEVELS AND SOURCES

AUTHOR: CÁTIA ALINE VEIVERBERG

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 06th, 2009.

This work was carried out to evaluate the performance and carcass characteristics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) juveniles in response to dietary protein levels and sources. For this, two experiments were conducted: the first (80 days), evaluating four crude protein (CP) levels (22, 30, 36 and 44%) and the second (60 days), comparing protein sources in the diet: FCS (porcine meat meal - control); FC: canola meal; FG: sunflower meal and FCG: canola meal + sunflower meal. Both experiments were conducted in a water re-use system composed of 12 tanks (850 L), with three replicates per treatment. In experiment 1, 10 fish by tank (initial weight $153,0 \pm 1,5$ g) were fed 3% of body weight, twice daily, and the experiment 2 was provided ration (2% of biomass) in the morning and forage (Napier grass *ad libitum*) in the afternoon, to 15 fish by tank (initial weight $54,6 \pm 1,0$ g). Growth parameters (weight, specific growth rate, daily weight gain, relative weight gain and feed conversion ratio) and carcass (carcass and fillet yield, digestive somatic index, hepatic somatic index and visceral fat index, intestinal quotient, protein retention, protein efficiency rate and whole body and fillet protein and fat deposition) were evaluated. Moreover, the proximate composition (moisture, ash, fat and protein) in fillet and whole fish and blood parameters (glucose, total triglycerides, total cholesterol and total protein in both experiments and hematocrit in Experiment 1) were also evaluated. In experiment 2 was also determined the daily consumption of forage and the instrumental color. In experiment 1, linear positive effect of protein level for all growth variables was observed. However, the same effect was observed to whole body and fillet fat deposition, triglycerides and total cholesterol in serum, indicating that the protein from the diet was used as energy source. To feed conversion ratio and fat in whole fish, the effect was quadratic, with maximum response with 40.6 and 37.1% CP, respectively. Protein retention, protein efficiency ratio, protein deposition in whole body and fillet and hematocrit also showed linear positive effect, while the other parameters were not affected. In experiment 2, the growth parameters and the daily consumption of forage (1.24 to 2.11% of body weight) did not differ among the treatments. About proximate composition of whole fish, higher fat content and lower protein content, besides fillet ash, were obtained in the treatment FCG. The diet FCS presented the highest values of serum protein, triglycerides and total cholesterol. The fillet yield was higher in the treatments FCG and FC, while the digestive somatic index was higher in treatment FG and FCG. In the instrumental evaluation of color, the fillets from FCS and FCG diets showed higher value of L (brightness), differing only treatment FC. The other parameters did not differ among them. Based on this results, we can conclude that: the minimum protein level for maximum growth of grass carp in the growing phase, with practical diets, is 44%; the variation in dietary protein level promotes changes in metabolism of juvenile grass carp, reflected in hematological and carcass parameters; canola meal and sunflower meal can be used in diets for grass carp growing phase, when supplemented with limiting essential amino acids, without compromising growth.

Keywords: color, fillet, growing phase, plant-protein meals, porcine meat meal, protein levels

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Parâmetros zootécnicos de juvenis de carpa capim alimentados com diferentes níveis de proteína na ração.....	26
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Formulação das dietas com diferentes níveis protéicos para carpa capim.	21
TABELA 2 - Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das dietas para carpa capim.	22
TABELA 3 - Composição centesimal das dietas experimentais.	23
TABELA 4 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração aos 80 dias experimentais.	27
TABELA 5 - Composição centesimal (peixe inteiro e filé) dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração durante 80 dias.	29
TABELA 6 - Parâmetros sanguíneos dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração.	30
TABELA 1 - Composição centesimal dos ingredientes e do capim elefante utilizados na alimentação dos juvenis de carpa capim.	38
TABELA 2 - Formulação das dietas avaliando a substituição parcial da farinha de carne suína por farelos vegetais para juvenis de carpa capim.	39
TABELA 3 – Composição centesimal das dietas avaliadas no experimento.	40
TABELA 4 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta.	43
TABELA 5 - Parâmetros sanguíneos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta.	45
TABELA 6 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta.	46
TABELA 7 - 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.	47

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Custo com ingredientes para a formulação das dietas com diferentes níveis (experimento 1) ou fontes de proteína (experimento 2)	53
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Carpa capim (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	13
3.2 A importância da proteína na alimentação dos peixes.....	14
3.3 Fontes protéicas	16
4 CAPÍTULO I - NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PRÁTICAS PARA JUVENIS DE CARPA CAPIM.....	19
1 Introdução	20
2 Material e métodos	20
3 Resultados e discussão.....	25
4 Conclusões	32
5 Agradecimentos	32
6 Referências bibliográficas.....	32
5 CAPÍTULO II - ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE CARPA CAPIM COM DIETAS À BASE DE FARELOS VEGETAIS.....	36
1 Introdução	37
2 Material e Métodos.....	37
3 Resultados e Discussão	42
4 Conclusões	49
5 Agradecimentos	49
6 Referências bibliográficas.....	49
6 DISCUSSÃO GERAL	53
7 CONCLUSÕES GERAIS	56
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

A aqüicultura é a atividade agropecuária que mais se desenvolve atualmente. De 1950 a 2004, o crescimento mundial foi de 8,8%, enquanto que a produção de carnes (bovinos, suínos e aves) diminuiu 0,30% desde 1994. Este crescimento é mais intenso na América Latina, onde foi registrado acréscimo de 21,3% no mesmo período (FAO, 2006).

A rápida expansão da aqüicultura mundial tem sido acompanhada pelo crescimento da produção de rações para alimentação das criações aquícolas. O desafio enfrentado pela indústria é identificar alternativas economicamente viáveis e ambientalmente “amigáveis” para substituir a farinha de peixe, o principal ingrediente utilizado atualmente (GATLIN III et al., 2007).

Devido à alta necessidade de proteína dos peixes, é necessária a inclusão de grande quantidade de farinha de peixe ou outra fonte protéica nas rações. A proteína é o nutriente mais oneroso da dieta, e também o mais importante, dadas as inúmeras funções vitais e rotas metabólicas em que estão envolvidos. A busca por dietas com máximo aproveitamento de nutrientes, sem desperdício de proteína ou energia, é a chave para o sucesso da atividade comercial.

Os ingredientes de origem animal têm sido avaliados para várias espécies, apresentando resultados satisfatórios, que são atribuídos principalmente à alta digestibilidade (EL-SAYED, 1999) e alta atrato-palatabilidade (PEREIRA-DA-SILVA; PEZZATO, 2000). Entretanto, a variação na composição, problemas com fraudes e adulterações, excesso de gordura e de matéria mineral são fatores que limitam a inclusão destes ingredientes na dieta.

Os farelos de sementes de oleaginosas apresentam alta proteína, além de serem de baixo custo e facilmente encontrados (DERSJANT-LI, 2002). São homogêneos, mas geralmente a composição de aminoácidos é desbalanceada, além de apresentarem fatores antinutricionais que interferem no metabolismo, afetam a disponibilidade de nutrientes ou são tóxicos para os peixes (TACON, 1997).

Pelo fato de ser herbívora, a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) tem facilidade em aproveitar dietas à base de ingredientes vegetais. Segundo Stroband (1977), nas fases iniciais de vida, a carpa capim tem grande capacidade de adaptação da estrutura epitelial e do comprimento do intestino, adequando-se facilmente à dieta oferecida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho e as características de carcaça de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em resposta a níveis e fontes de proteína da dieta.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do nível de proteína bruta na dieta sobre o crescimento, parâmetros metabólicos e de carcaça de juvenis de carpa capim;
- Avaliar a substituição da farinha de carne suína por ingredientes de origem vegetal em dietas para juvenis de carpa capim;
- Avaliar o efeito de diferentes fontes protéicas sobre o crescimento, metabolismo e composição corporal e do filé da carpa capim.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)

A carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) é originária da Ásia, mas atualmente pode ser encontrada em todos os continentes, sendo considerado um peixe cosmopolita. As principais razões que levaram a esta disseminação são o baixo custo de estocagem dos peixes, quando comparada ao uso de herbicidas e a preferência da população pelo controle biológico em relação ao químico (CHILTON; MUONEKE, 1992).

Embora tipicamente herbívora, a capacidade de digestão do material vegetal é limitada, chegando, no máximo, a 50% (CHILTON; MUONEKE, 1992). Isso se deve à pequena flora celulolítica ($7,5 \times 10^4$ bactérias/g de trato digestivo) e ausência de enzimas específicas para degradação de celulose (SAHA et al., 2006). Essas características explicam o elevado consumo de alimento, sendo necessário 60-70 kg de forragem para produzir um kg de carpa capim (KESTEMONT, 1995).

A alimentação exclusiva com forragem resulta em crescimento reduzido e deformidades nos peixes, devido à deficiência de vitaminas e aminoácidos essenciais

(CAMARGO et al., 2006). Para melhorar o desempenho desta espécie, a suplementação com ração balanceada é fundamental (CAMARGO et al., 2006). O fornecimento de 3% da biomassa em ração, diariamente, associada ao aporte de forragem à vontade, é suficiente para promover satisfatório crescimento de juvenis de carpa capim (COSTA et al., 2008). Entretanto, quando é fornecido apenas ração, o nível mínimo deve ser de 6% do peso vivo (MARQUES et al., 2004).

3.2 A importância da proteína na alimentação dos peixes

Proteínas são as macromoléculas biológicas mais abundantes no reino animal, pois estão presentes em todas as células dos organismos. Apresentam enorme diversidade de funções biológicas, como a formação de enzimas, anticorpos, órgãos e tecidos, e são o produto final mais importante das rotas metabólicas (NELSON; COX, 2004).

A exigência de proteína pode ser dividida em dois componentes: a quantidade de aminoácidos essenciais, que são aqueles que os peixes não conseguem sintetizar na velocidade correspondente à sua utilização, e o suprimento de aminoácidos não-essenciais ou grupos amino suficientes para que os peixes consigam sintetizá-los (NRC, 1993).

Se a concentração protéica da dieta estiver abaixo da exigida pelo animal, haverá redução ou cessação do crescimento e perda de peso, devido à retirada de proteína dos tecidos menos vitais para a manutenção dos tecidos mais vitais. Por outro lado, se a proteína for fornecida em excesso, somente parte será usada para formar nova proteína, e o restante será convertido em gordura (WILSON, 2002).

Isso ocorre porque os aminoácidos que não são utilizados para produção de tecido protéico são desaminados e suas cadeias carbonadas são utilizadas pelo Ciclo de Krebs (NELSON; COX, 2004). O nitrogênio oriundo da desaminação é excretado na água, e além de ser tóxico para os peixes, estimula o crescimento do fitoplâncton, que quando em excesso pode levar à eutrofização da água (WURTS, 2000). Quanto maior o excesso de proteína, mais energia será utilizada para desaminação e menos energia será destinada para crescimento (KHAN et al., 2004). Assim, a eficiência alimentar diminui e o custo de produção aumenta, comprometendo a atividade.

A definição do nível ideal de proteína da dieta está relacionada a diversos fatores, tais como espécie, tamanho e idade do peixe, a concentração energética, a composição de aminoácidos e a digestibilidade da proteína da dieta, além do manejo alimentar, densidade de estocagem e da qualidade da água, principalmente a temperatura (AL HAFEDH, 1999; WILSON, 2002). Peixes jovens e menores necessitam de mais proteína que peixes maiores e

adultos. Quanto maior a temperatura da água maior a exigência de proteína, mas isso não ocorre em todas as espécies (WILSON, 2002).

A concentração ótima de proteína em rações para peixes está marcada por um delicado balanço entre energia bruta (EB) ou digestível (ED) e proteína bruta (PB) (PEZATTO et al, 2004). Para juvenis de carpa comum, Cho et al. (2001) observaram que quando a relação EB/PB foi constante, o ganho de peso dos juvenis de carpa comum diminuiu conforme se aumentou o nível protéico da dieta. Quando a EB da dieta foi constante (3.800 kcal/kg), os peixes alimentados com dietas com 40% PB apresentaram crescimento superior aos alimentados com 45% PB, mas não diferiram dos alimentados com 35% PB. A eficiência alimentar melhorou linearmente com o aumento do nível protéico, em ambos os casos (EB constante ou relação EB/PB constante). Estes autores também concluíram que alimentar juvenis de carpa comum com dieta com 40% de PB e 87,5% da saciedade é mais eficiente que alimentar com dieta com 35% de PB e fornecer 100% da saciedade.

Harpaz et al. (2001) avaliaram dois níveis de PB (24,8 e 40,6%) e duas taxas de arraçoamento (2 e 4% PV/dia) para juvenis de perca prateada (*Bydianus bydianus*). Os resultados obtidos por estes autores indicam que é possível obter o mesmo ganho em peso utilizando 4% da biomassa e 24,8% PB ou 2% da biomassa e dieta com 40,6% PB.

A deficiência nutricional e a privação de alimentos podem afetar as características sanguíneas dos peixes, principalmente o sistema imunológico. Quando há excesso de proteína na dieta essa é excretada principalmente na forma de amônia, que pode ser altamente tóxica para os peixes (BIBIANO MELO et al., 2006). Além disso, a alteração do nível de proteína da dieta leva ao rearranjo do metabolismo intermediário do peixe, o que altera sua capacidade de absorção e aproveitamento dos nutrientes.

Para peixes herbívoros, estudos mostram que quando há menor quantidade de proteína, há uma maior atividade de enzimas proteolíticas, a fim de aumentar a eficiência de digestão da proteína (HAKIM et al., 2006). Para o matrinxã (*Brycon cephalus*), é observada alta correlação entre o nível de proteína e a concentração de aminoácidos livres, amônia, triglicerídeos e ácidos graxos circulantes no plasma (VIEIRA et al., 2005). Essas respostas metabólicas podem auxiliar na explicação dos resultados de crescimento e composição de carcaça.

Para os peixes, bem como para os animais terrestres, não se deve considerar apenas a exigência absoluta de proteína, e sim a proporção adequada de aminoácidos essenciais (AAE) e não-essenciais (HARDY; BARROWS, 2002). WANG et al. (2005) estimaram a exigência dos aminoácidos essenciais para juvenis de carpa capim baseado na determinação do nível de

lisina e da composição de AAE corporal. Comparando com outras espécies, DING (1991) afirma haver alta correlação entre a exigência e o perfil de AAE do músculo dos juvenis desta espécie.

3.3 Fontes protéicas

Vários estudos têm sido conduzidos mundialmente na tentativa de encontrar ingredientes com potencial de substituir a farinha de peixe usada na aquicultura (EL-SAYDI; GABER, 2003; KHAN et al., 2003; THIESSEN et al., 2004). A avaliação destes ingredientes passa por várias etapas, que compreendem a caracterização da composição centesimal, digestibilidade dos nutrientes, determinação da palatabilidade, interferência na utilização de outros nutrientes e a avaliação da funcionalidade do mesmo dentro da dieta (GLENCROSS et al., 2007). Esses fatores são fundamentais na escolha de um ingrediente para formulação de alimentos para os peixes, sendo responsáveis pelo sucesso do processo produtivo.

Para ser uma alternativa viável na formulação de rações, o ingrediente deve possuir certas características, tais como ampla disponibilidade, preço competitivo, facilidade de manipulação, transporte, armazenagem e utilização na produção. Além disso, deve possuir certas características nutricionais, como, baixo teor de fibra, amido, carboidratos não solúveis e antinutrientes, alto teor de proteína com boa digestibilidade, adequado perfil de aminoácidos e boa palatabilidade (GATLIN III et al., 2007).

As fontes protéicas de origem animal, como a farinha de carne suína, se caracterizam por apresentar alto valor de proteína (entre 30 e 55%), e composição de aminoácidos próxima da exigida pelos peixes (EL-SAYED, 1999). Entretanto, por serem subprodutos do abate de animais, estão sujeitas a 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.

O farelo de soja é atualmente o ingrediente vegetal mais utilizado na formulação de dietas, devido ao alto valor protéico de bom valor biológico (GATLIN III et al., 2007). O principal limitante de sua inclusão é a presença de fatores antinutricionais (inibidores de protease, ácido fítico, saponinas, lectinas) que interferem no aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente, causam redução no crescimento dos peixes (FRANCIS et al., 2001).

O farelo de girassol possui teor de proteína entre 30 e 40%, o que permite seu uso como fonte protéica e de aminoácidos na dieta. Entretanto, por apresentar deficiência em metionina e lisina, além do alto nível de fibra, sua inclusão na dieta para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) limita-se a no máximo 30% (OLVERA-NOVOA et al., 2002). Em

outro trabalho com juvenis de tilápia, a inclusão máxima foi de 14% da dieta, sendo o teor de fibra bruta o principal limitante da inclusão de maiores níveis deste ingrediente (FURUYA et al., 2000).

Em dietas para *Anguilla anguilla*, a suplementação com AAE (metionina, lisina, histidina e treonina) aumenta a inclusão do farelo de girassol para 64%, sem afetar a taxa de síntese protéica, ao mesmo tempo que melhora o crescimento em relação à farinha de peixe (de la HIGUERA et al., 1999). Além disso, pode substituir até 40% da proteína da farinha de peixe da dieta de truta arco-íris, demonstrando resultados semelhantes aos obtidos com farelo de soja no mesmo nível de substituição (SANZ et al., 1994).

O farelo de canola, obtido após extração do óleo por prensagem, apresenta teor de proteína em torno de 35% (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2007). Como pontos negativos são relatados o ácido fítico, que representa 75% do fósforo total do farelo, e os glicosinolatos, que inibem a produção de iodo pela tireóide (GATLIN III et al., 2007). Pode ser incluído em até 45% da dieta sem reduzir o crescimento de peixes onívoros, como a tilápia (SOARES et al., 2001) e o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) (SOARES et al., 2000).

Para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), a utilização de dietas com 4% de farinha de peixe e níveis crescentes de substituição de farelo de soja por farelo de canola resultou em crescimento inferior à dieta com 8% de farinha de peixe e 50% de farelo de soja (WEBSTER et al., 1997). Os autores atribuíram tal resultado à menor palatabilidade das dietas com menor teor de proteína animal, o que pode ter levado a redução do consumo.

Além do farelo de soja, o farelo de girassol e o farelo de canola podem ser utilizados em dietas com 40% de proteína bruta na alimentação da tilápia durante o período de reversão sexual, sem prejudicar o desempenho das pós-larvas (SOUZA et al., 2004). Alimentando juvenis de tilápia com fontes protéicas vegetais (farelo de soja, canola, girassol, linhaça e algodão) em substituição à farinha de peixe, Gaber (2006) concluiu que qualquer uma pode substituir a farinha de peixe, desde que seja feita suplementação com aminoácidos essenciais, especialmente lisina e metionina. A escolha da fonte a ser utilizada vai depender da disponibilidade regional e do custo da mesma.

Juvenis de *Sparus aurata* apresentaram menor consumo de alimento, maior eficiência alimentar e taxa de eficiência protéica quando a farinha de peixe foi substituída em 75% pela mistura de ingredientes vegetais (glúten de milho, glúten de trigo, farelo de canola e ervilhas extrusadas), sem alterar o peso final e a composição da carcaça. O índice hepatossomático foi significativamente maior na dieta de origem vegetal, e os demais parâmetros morfológicos não foram afetados (de FRANCESCO et al., 2007).

A utilização de ingredientes alternativos em dietas para peixes têm mostrado resultados bastante variáveis, dependente de fatores como espécie, tamanho e tipo de ingrediente utilizado. A inclusão destes ingredientes requer conhecimento prévio dos níveis de fatores antinutricionais presentes, que podem se alterar de acordo com a variedade e o tipo de processamento empregado.

As fontes protéicas de origem vegetal não apresentam a composição adequada para atender às exigências das espécies animais, pois são deficientes em um ou mais AAE (AKIYAMA, 1991). Por isso, não podem ser utilizadas como única fonte protéica da dieta. A combinação de fontes de diferentes origens vem sendo destacada por vários autores como uma forma de reduzir o efeito negativo do desbalanço de aminoácidos, problemas de digestibilidade e fatores antinutricionais resultantes do uso excessivo de determinada fonte (BUREAU et al., 2000; FASAKIN et al., 2005).

4 CAPÍTULO I

NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PRÁTICAS PARA JUVENIS DE CARPA CAPIM¹

Resumo: Com o objetivo de avaliar o crescimento, parâmetros sanguíneos e de carcaça de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em resposta a diferentes níveis de proteína bruta (PB) em dietas práticas, foi conduzido um experimento (80 dias), avaliando quatro níveis de PB (22, 30, 36 e 44%), em dietas compostas por farinha de carne, farelo de soja, milho e farelo de trigo. 120 juvenis de carpa capim (peso inicial $153,0 \pm 1,5$ g) foram criados em sistema de recirculação de água com temperatura controlada, composto de 12 unidades experimentais (850 L), utilizando-se três repetições por tratamento. Foi fornecida ração (3% da biomassa) duas vezes ao dia, às 9 e 15 horas. Ao final do experimento, foram avaliados os parâmetros de crescimento (peso, taxa de crescimento específico, ganho em peso relativo e conversão alimentar aparente) e de carcaça (rendimento de carcaça e filé, índices digestivosomático, hepatossomático e de gordura visceral, quociente intestinal, coeficiente de retenção protéica, taxa de eficiência protéica e deposições de proteína e gordura corporal e no filé). Além disso, a composição centesimal (umidade, cinzas, gordura e proteína) no filé e no peixe inteiro e os parâmetros sanguíneos (glicose, triglicerídeos totais, colesterol total, proteínas totais e hematócrito) também foram avaliados. Foi observado efeito linear positivo do nível de proteína para todas as variáveis de crescimento. Entretanto, o mesmo efeito foi observado também para a deposição de gordura corporal e no filé, triglicerídeos totais e colesterol total no soro, indicando que a proteína proveniente da dieta estava sendo utilizada como fonte de energia. Para conversão alimentar aparente e gordura no peixe inteiro, o efeito foi quadrático, apresentando ponto de máxima em 40,6 e 37,1% de PB, respectivamente. Rendimento de carcaça e filé, coeficiente de retenção protéica, taxa de eficiência protéica, deposição de proteína corporal e no filé e hematócrito também apresentaram efeito linear positivo, enquanto os demais parâmetros não foram afetados. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o nível mínimo de PB para o máximo crescimento da carpa capim na fase de recria, nas condições do presente trabalho, é de 44%, e que a variação do nível de proteína da dieta promove alterações no metabolismo dos juvenis de carpa capim, refletido nos parâmetros sanguíneos e de carcaça.

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

¹ Artigo a ser submetido para publicação no periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

1 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 excesso deste 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). Entretanto, a determinação da exigência de proteína bruta pode não atender às necessidades nutricionais dos peixes, devendo-se levar em consideração a concentração de aminoácidos essenciais e a proporção entre estes 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 fornecimento de 3% da biomassa em ração balanceada, associada à oferta de forragem à vontade, é o manejo que apresenta melhor custo benefício para a espécie (COSTA et al., 2008). O nível de proteína da dieta recomendado para juvenis de carpa capim até 10 g varia de 22 a 48% (DING, 1991), a qual está relacionada a diversos fatores, como o tamanho e a idade do peixe e a temperatura da água. Para reprodutores, Khan et al. (2004) determinaram que 25% é o mínimo de proteína nesta fase. Para a fase de recria, ainda não há determinação do nível ótimo de proteína para esta espécie.

Falta de 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). Por esta razão, é difícil comparar resultados de diferentes estudos, devendo-se estes serem determinados para cada condição experimental.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, parâmetros sanguíneos e de carcaça de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em resposta a diferentes níveis de proteína em dietas práticas.

2 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria, entre setembro e dezembro de 2007 (80 dias). Foi utilizado um sistema de

recirculação de água com temperatura controlada, composto por 12 tanques de 850L, dois filtros biológicos e um reservatório (2000L) com duas resistências (2000W) controladas por termostatos.

Foram selecionados 120 juvenis do plantel do Laboratório de Piscicultura, com peso médio de $153,0 \pm 1,5$ g. Duas semanas antes do início do experimento, os animais foram distribuídos no sistema para aclimação às condições experimentais. Neste período receberam ração peletizada com 30% de proteína bruta, fornecida até a saciedade aparente.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Foram avaliados quatro níveis de proteína bruta em dietas peletizadas, que compuseram os tratamentos: 22, 30, 36 e 44%. As dietas (Tabela 1) foram formuladas para que a quantidade de cada aminoácido essencial em % da proteína fosse a mesma, atendendo as exigências determinadas por Wang et al. (2005). As formulações foram feitas de acordo com a composição analisada dos ingredientes (Tabela 2)

Tabela 1 - Formulação das dietas com diferentes níveis protéicos para carpa capim

Ingredientes (%)	Níveis de 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

¹ Composição da mistura vitamínica (por kg de produto/ MigPlus): Ác. Fólico: 3.000mg, Ác. Nicotínico: 60.000 mg, Ác. Pantotênico: 30.000 mg, Biotina: 100 mg, Vit.A: 10.000.000 UI, Vit. B1: 8.000 mg, Vit. B2: 10.000 mg, Vit. B6: 8.000mg, Vit. B12: 20.000 mcg, Vit. C: 150.000 mg, Vit. D3: 2.000.000 UI, Vit. E: 150.000 mg, Vit. K3: 6.000mg, Inositol: 88.000 mg.

² Composição da mistura mineral (por kg de produto/MigPlus): Ferro: 30.000mg, Manganês: 5.000mg, Cobre: 2.000mg, Zinco: 20.000mg, Iodo: 900mg, Cobalto: 20mg, Selênio: 100 mg.

Tabela 2 – Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das dietas para carpa capim

Constituinte	Composição analisada (% na matéria natural) ¹								
	MS	PB	MM	EE	FDN	CSDN	ED (kcal/kg) ²	Ca	P
Farinha de carne suína	91,82	46,37	22,08	17,21	-	4,83	3572	5,43	2,95
Farelo de soja	86,90	40,95	5,16	1,95	7,86	30,98	2853	0,18	0,51
Farelo de trigo	87,48	15,48	4,39	3,01	33,15	53,49	2559	0,12	1,21
Milho	88,07	8,08	1,40	3,62	8,8	74,06	2932	0,04	0,25

¹ Composição analisada no Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da Universidade de Passo Fundo (RS). MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; CSDN: carboidratos solúveis em detergente neutro; ED: energia digestível; Ca: cálcio; P: fósforo.

² Calculada: $ED = [(PB*5,64*0,75)+(EE*9,44*0,9)+(CSDN*4,11*0,75)]$ (Adaptada de Bureau et al., 2002).

As dietas experimentais foram confeccionadas no Laboratório de Piscicultura da UFSM. Os ingredientes secos foram moídos, pesados e homogeneizados em misturador elétrico, quando se fez a incorporação do óleo, sendo novamente homogeneizado. A seguir foi adicionada água à temperatura ambiente, até obter-se ponto de massa e permitir a peletização em máquina de moer carne. As rações foram secas em estufa com circulação de ar forçada (52°C) por 24 horas, após foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-18°C) até o momento do fornecimento aos animais. A composição das dietas está apresentada na Tabela 3.

Os animais foram alimentados com ração, na proporção de 3% da biomassa ao dia, observado como o máximo de alimento consumido no período de adaptação. 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 tri-fenoxietanol (0,03%, diluído em água) e pesados (balança digital) para ajuste da quantidade de ração fornecida.

Os parâmetros físico-químicos da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia total, nitrito, alcalinidade total e dureza) foram medidos periodicamente. 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[®]), e para os demais parâmetros foram utilizados reagentes colorimétricos da marca Alfakit[®].

Tabela 3 – Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de 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
Relação ED/PB (kcal/g)	13,6	10,6	8,6	7,0

¹ Analisada – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFSM.

² Calculada com base na composição analisada dos ingredientes.

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

Aos 80 dias de experimento os animais foram anestesiados com tri-fenoxietanol (0,03%, diluído em água), para mensuração do peso médio (PM), com balança digital de 0,01g. Também foram calculados taxa de crescimento específico (TCE, %/dia), conversão alimentar aparente (CAA, kg/kg) e ganho em peso relativo (GPR, %).

No início do experimento, cinco animais foram abatidos (imersão em água + gelo 1:1), eviscerados e filetados para obtenção dos parâmetros iniciais de índices digestivos e composição centesimal do filé. Além disso, três animais foram abatidos e moídos para determinação da composição do peixe inteiro. Ao final do experimento, os animais passaram

por jejum de 24 horas e três juvenis por unidade experimental foram abatidos por imersão em água + gelo (1:1) e eviscerados. A partir da dissecação dos animais foram obtidos os valores de peso de carcaça, filé, trato digestório, fígado e de gordura visceral, e foram calculados rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice digestivo-somático (IDS), índice hepato-somático (IHS) e índice de gordura visceral (IGV). Os parâmetros foram expressos em porcentagem do peso inteiro (%).

Os filés retirados foram analisados quanto à composição centesimal (umidade, proteína, gordura e cinzas). Além disso, seis juvenis por tratamento foram abatidos para análise da composição corporal. Todas as amostras foram trituradas em multiprocessador de alimentos. 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 foi determinada pelo método de microKjeldahl (método 960.52) da AOAC (1995) usando-se o fator (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 Protéica (%): $CRP = 100 * [(Pf * PBCf) - (Pi * PBCi)] / ACt * PBd$;

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): $DGF = [Pf * (%GFf/100)] - [Pi * (%GFi/100)]$;

Onde: 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; GFf: gordura do filé final.

A coleta de sangue foi realizada em seis peixes por tratamento, na veia caudal. Uma alíquota (aproximadamente 20 µl) foi imediatamente utilizada para medição da glicose (mg/dL), com aparelho portátil Accu-check Active[®]. O restante das amostras foi centrifugado a 3000 rotações por minuto (RPM) durante 10 minutos, e o soro 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 aqueles que fossem maiores ou menores que a média \pm (2 X desvio padrão). A conversão alimentar

aparente (CAA) foi transformada pela fórmula $CAA = \log_{10}(CAA)$. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram feitas com auxílio do software SAS v.8 (2001), e os gráficos confeccionados no programa SigmaPlot v.8[®].

3 Resultados e discussão

Os parâmetros físico-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 $24,8 \pm 1,16$ mg/L de CaCO_3 ; amônia total $0,1 \pm 0,03$ mg/L; nitrito $0,03 \pm 0,02$ mg/L; oxigênio dissolvido $6,6 \pm 0,11$ mg/L; dureza total $24,8 \pm 2,03$ mg/L de CaCO_3 . A temperatura ficou próxima à de conforto térmico das carpas chinesas, que é de 25 a 30°C (ZANIBONI FILHO, 2003). Os demais parâmetros se mantiveram dentro da faixa aceitável para a criação de peixes de água doce (POLI; ARANA, 2003).

Ao final do experimento, observou-se efeito linear do nível de proteína sobre o peso final, taxa de crescimento específico e ganho em peso relativo (Figura 1), rendimento de carcaça e rendimento de filé (Tabela 4). Os índices hepato-somático, digestivo somático e de gordura visceral, bem como o quociente intestinal não foram influenciados pelo nível de proteína bruta. A conversão alimentar aparente apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima calculado em 40,6% de PB na dieta (Figura 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores, quando trabalharam com espécies onívoras como jundiá (BIBIANO MELO, 2004; SIGNOR et al., 2004), tilápia (AL HAFEDH, 1999) e “rohu” (DEBNATH et al., 2007), onde também observaram efeito linear. Al Hafedh (1999) avaliou níveis de PB de 25, 30, 35, 40 e 45%, em quatro classes de pesos de tilápias: 0,51, 45, 96 e 264g. Em todas as classes, os níveis maiores de proteína (40-45%) resultaram em maior peso final, taxa de crescimento específico e conversão alimentar. Comparando o presente trabalho com os dados da classe de 96g, os dados foram semelhantes: TCE 1,7%/dia, peso final 316,3g, conversão alimentar 2,0. Para juvenis de piavuçu, os melhores resultados de peso final, ganho em peso e conversão alimentar aparente foram obtidos com os níveis mais altos de proteína (34 e 38%), em comparação aos demais níveis (22, 26 e 30%) (FEIDEN et al., 2008).

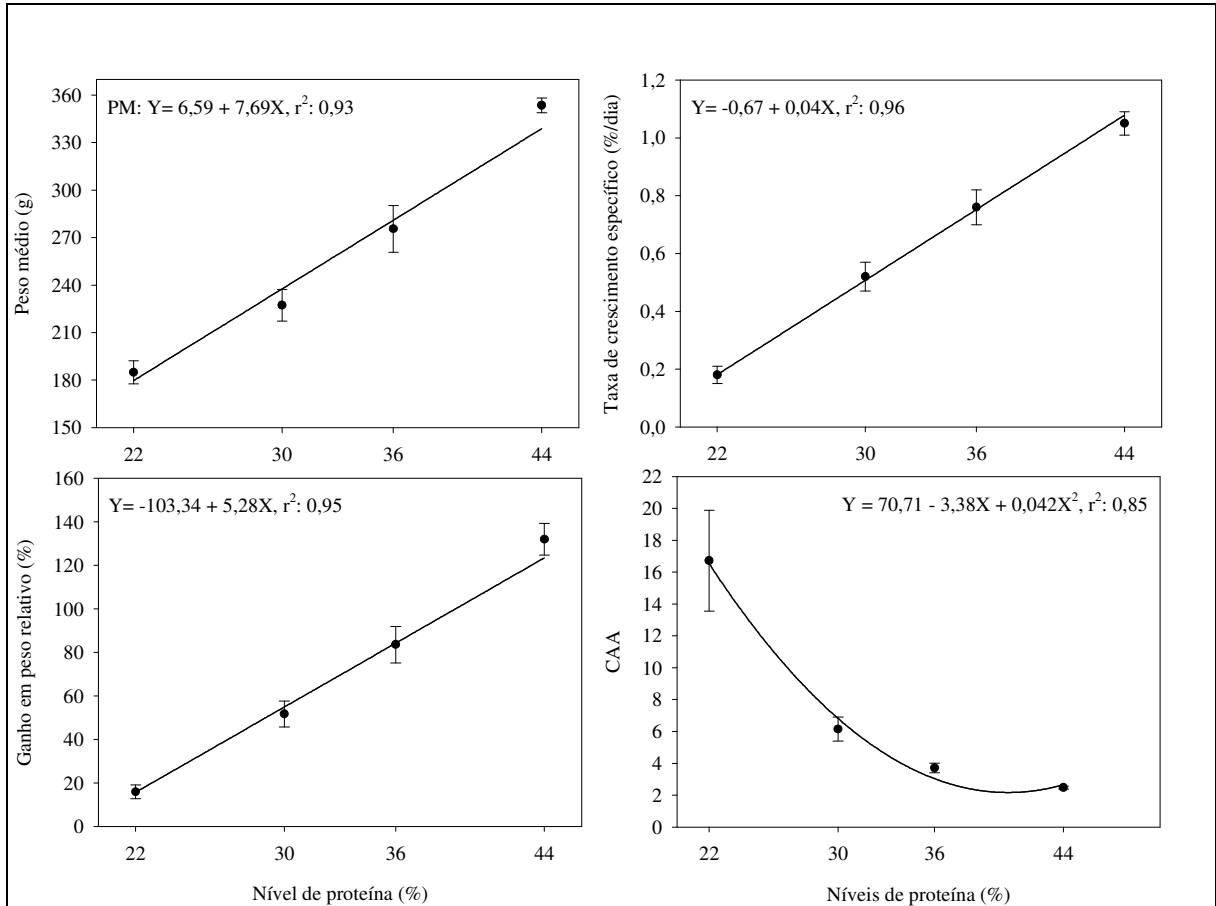


Figura 1 - Parâmetros zootécnicos de juvenis de carpa capim alimentados com diferentes níveis de proteína na ração

Valores expressos como média \pm erro padrão da média.

A: peso final (g); B: taxa de crescimento específico (%/dia); C: ganho em peso relativo (%); D: logCAA (conversão alimentar aparente).

Entretanto, outros trabalhos mostraram efeito quadrático da inclusão de proteína, como Meyer e Fracalossi (2004), trabalhando com alevinos de jundiá, e Sá e Fracalossi (2002) com alevinos de piracanjuba. Estas variações parecem ser resultado das diferentes condições experimentais, principalmente o tipo de dieta utilizada (prática ou semi-purificada). Estudos sobre exigências nutricionais em peixes normalmente são conduzidos 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). Entretanto, estas dietas apresentam pouca ou nenhuma aplicação prática. Assim, no presente estudo optou-se por utilizar dietas práticas, formuladas com ingredientes normalmente utilizados em rações comerciais, e com ampla disponibilidade regional.

Tabela 4 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração aos 80 dias experimentais

Variáveis	Inicial	Níveis de proteína (%)				dpr ³
		22	30	36	44	
RC (%) ¹	87,96±1,00	81,21±0,64*	82,36±0,87*	82,67±0,05*	83,73±1,06*	1,31
RF (%) ¹	37,47±0,75	36,05±0,75	37,74±0,74	40,16±0,42	41,90±0,48*	1,07
IHS (%) ²	2,46±0,14	3,49±0,07*	3,12±0,19*	3,28±0,05*	3,17±0,03*	0,18
IDS (%) ²	2,53±0,13	1,61±0,11*	1,92±0,11*	1,84±0,06*	1,96±0,15*	0,19
QI ²	1,61±0,06	1,71±0,04	1,84±0,08*	1,87±0,05	1,83±0,05	0,10
IGV (%) ²	0,20±0,07	7,21±1,26*	6,79±0,69*	7,17±0,44*	4,93±0,25*	1,32

Valores expressos como média ± erro padrão da média.

Variáveis: RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; IHS: índice hepato-somático; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; IGV: índice de gordura visceral.

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

dpr: desvio padrão residual.

¹ Efeito linear: RC: $Y = 78,69 + 0,12X$, $r^2: 0,43$; RF: $Y = 29,88 + 0,28X$, $r^2: 0,85$.

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

³ dpr: desvio padrão residual.

A proteína da dieta deve assegurar quantidades adequadas de aminoácidos para atender determinada espécie, permitindo manutenção do desenvolvimento e crescimento adequados (PEZZATO et al., 2004). A lisina é o aminoácido mais importante na nutrição de peixes, devido à alta concentração encontrada no músculo de várias espécies (WANG et al., 2005). Comparando a composição de aminoácidos essenciais (AAE) das dietas (Tabela 3) com as recomendações de Wang et al. (2005), pode-se ver que, embora todas as dietas atendam a exigência de lisina em % da proteína, apenas a dieta 44% atende a exigência bruta deste AAE, que é de 2,24% da dieta. Assim, pode-se concluir que a quantidade de lisina limitou a síntese protéica dos juvenis alimentados com os menores teores protéicos, e o excedente de aminoácidos foi desaminado e armazenado na forma de gordura.

A concentração ótima de proteína da dieta é regulada pelo balanço entre energia digestível e proteína bruta, uma vez que o consumo de ração é regulado pela concentração energética da dieta (PEZZATO et al., 2004). Quando a relação proteína/energia é baixa, os peixes ingerem quantidade de proteína insuficiente para manter o crescimento, e freqüentemente acumulam gordura na carcaça (SIGNOR et al., 2004). Como no presente trabalho a concentração energética foi semelhante para todas as dietas (Tabela 3), pode-se inferir que a dieta com 22% de proteína bruta não supriu as exigências de espécie, devido a baixa relação proteína/energia. A relação ED/PB recomendada por Ding (1991) para carpa

capim é de 10,0 kcal/g. Comparando este valor com a composição das dietas (Tabela 3), pode-se perceber que apenas as dietas com 22 e 30% de PB atenderam esta recomendação, entretanto foram as que apresentaram pior desempenho. Esta diferença observada pode ser associada ao modelo de cálculo utilizado para determinação da energia digestível da dieta, uma vez que não há padronização deste cálculo para a carpa capim. Além disso, a quantidade de lisina disponível, como explicado anteriormente, pode auxiliar na explicação quanto ao pior desempenho dos animais quando houve redução do nível protéico.

Outro fator que pode ter comprometido o crescimento foi o arraçoamento restrito. Como todos os tratamentos receberam 3% da biomassa por dia, isto impediu o “consumo compensatório” pelos animais que recebiam as menores concentrações protéicas. Quando os peixes são alimentados com ração restrita, eles crescem mais rapidamente com dietas com alto nível protéico. Entretanto, 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 dos níveis dos outros macronutrientes na dieta, ou seja, do balanço entre estes elementos. Este balanço é fundamental para o adequado funcionamento do metabolismo do peixe (SANZ et al., 2000).

Um fator que pode ter limitado o crescimento dos animais nas dietas com menor concentração protéica é a grande quantidade de milho incluída na formulação (Tabela 1). Este ingrediente é rico em carboidratos, nutriente que é pouco aproveitado pelos peixes em geral (HEMRE et al., 2002). Como a energia digestível das dietas foi calculada (Tabela 3), a energia proveniente dos carboidratos pode ter sido superestimada o que, na prática, resultou em menos energia para manutenção das funções vitais e pior crescimento.

Corroborando com esta hipótese, Takeuchi et al. (1994) observaram que a carpa capim é menos eficiente na utilização do carboidrato da dieta do que a tilápia. Avaliando dietas compostas por farelo de milho cru ou extrusado e comparando as duas espécies os autores observaram que a digestibilidade do amido para a carpa capim foi de 63%, enquanto que para tilápia este valor foi de 79,1%. Da mesma forma, a eficiência alimentar e o ganho em peso relativo foram superiores na tilápia em relação à carpa capim.

Alevinos de carpa capim têm maior ganho em peso, eficiência alimentar e taxa de eficiência protéica quando alimentadas com glicose como fonte de carboidratos, em comparação com o amido de milho. De mesma forma, o rendimento de carcaça é superior e a porcentagem de gordura visceral é menor (TIAN; LIU, 2004). Estes resultados podem auxiliar na explicação do grande acúmulo de gordura na cavidade abdominal dos juvenis avaliados no presente estudo (Tabela 3). A diferença de velocidade de metabolização do amido e da

proteína faz com que esta não seja utilizada eficientemente, uma vez que falta energia para a síntese protéica.

Quanto à composição do peixe inteiro, os valores de umidade, cinzas e proteína não apresentaram diferença significativa. O percentual de gordura apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima em 37,7% de PB, enquanto que o coeficiente de retenção protéica, a taxa de eficiência protéica e as deposições de proteína e gordura no peixe inteiro apresentaram comportamento linear positivo (Tabela 5).

Tabela 5 - Composição centesimal (peixe inteiro e filé) dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração durante 80 dias

Variáveis	Níveis de proteína (%)					dpr ⁴
	Inicial	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*	2,11
Cinzas (%) ³	1,62±0,06	1,48±0,04	1,75±0,17	1,39±0,04	1,49±0,14	0,19
Gordura (%) ²	5,12±0,41	17,28±0,90*	19,57±0,30*	20,67±0,68*	19,75±0,92*	1,29
Proteína (%) ³	17,91±1,95	14,37±0,92	13,88±0,87	17,08±1,42	15,32±0,24	1,66
CRP ¹	-	-0,24±0,21	0,39±0,21	1,24±0,22	1,24±0,03	0,32
TEP ¹	-	0,29±0,05	0,58±0,08	0,78±0,07	0,92±0,04	0,10
DPC (g) ¹	-	-2,03±1,87	4,80±2,75	20,02±3,57	26,82±0,69	4,27
DGC (g) ¹	-	23,95±2,75	36,87±2,50	49,31±3,28	62,11±4,28	5,67
FILE						
Umidade (%) ³	79,02±0,21	75,18±0,95*	75,00±0,50*	74,90±0,47*	74,40±0,80*	1,23
Cinzas (%) ³	1,16±0,04	1,30±0,08	1,20±0,08	1,18±0,02	1,15±0,04	0,10
Gordura (%) ³	1,80±0,07	3,87±0,36*	4,38±0,30*	5,65±0,32*	4,85±0,69*	0,77
Proteína (%) ³	19,76±0,05	20,46±0,75	20,55±0,81	20,38±0,25	20,84±0,31	1,02
DPF (g) ¹	-	6,32±2,00	16,96±0,83	26,46±2,15	43,52±2,37	3,35
DGF (g) ¹	-	4,24±0,42	7,33±1,03	12,84±0,74	14,42±2,61	2,53

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

Variáveis: CRP: coeficiente de retenção protéica; TEP: taxa de eficiência protéica; 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 comparação à análise inicial (teste de Dunnett, P<0,05).

¹ Efeito 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: $Y = -6,61 + 0,49X$, $r^2 = 0,75$.

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

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

⁴ dpr: desvio padrão residual.

Nenhum efeito significativo da proteína foi observado no consumo de ração, ganho em peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e proteína no filé de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*). Entretanto, foi observado efeito linear positivo para rendimento de filé e umidade no filé, e efeito linear negativo para IGV e gordura no filé. Como conclusão, os autores consideram que o nível mínimo de proteína para essa espécie é 36% (LI et al., 2000). Há efeito linear do nível de proteína bruta sobre a umidade e a matéria mineral da carcaça de alevinos de piavuçu, entretanto a gordura e a proteína não são afetadas pelas dietas (FEIDEN et al., 2008).

A composição dos peixes é afetada por fatores endógenos (sexo, idade, ciclo de vida e tamanho) e por fatores exógenos (dieta). A quantidade de proteína corporal depende do tamanho do peixe, sem nenhuma influência da dieta. A proporção entre vísceras, músculo e ossos é determinada pelos fatores endógenos, enquanto a deposição de gordura é mais dependente da composição da dieta. Normalmente, o aumento da gordura da dieta afeta o conteúdo de gordura nas vísceras e músculo (SANZ, 2000). No presente trabalho, como a quantidade de gordura visceral dos juvenis de carpa capim foi semelhante em todas as dietas, ou seja, não houve diferença entre os tratamentos, acredita-se que a proteína desaminada foi convertida em gordura de reserva.

Quanto aos parâmetros sanguíneos, observou-se efeito linear do nível de proteína sobre as concentrações de triglicerídeos, colesterol total e hematócrito (Tabela 6). A proteína total e a glicose sanguínea não foram afetadas pela composição das dietas.

Tabela 6 - Parâmetros sanguíneos dos juvenis de carpa capim alimentados com níveis de proteína na ração

Variáveis	Níveis de proteína (%)				dpr
	22	30	36	44	
PT (g/dL) ²	3,18±0,14	3,35±0,10	3,24±0,08	3,35±0,04	0,19
TG (mg/dL) ¹	394,19±12,99	418,87±10,54	423,66±13,92	433,58±6,49	21,43
COL (mg/dL) ¹	321,68±14,22	372,74±3,87	357,51±4,57	363,78±14,92	21,47
HTC (%) ¹	26,00±0,65	32,88±0,80	36,10±0,70	39,30±0,94	1,69
GLIC (mg/dL) ²	100,80±2,35	104,20±7,17	98,25±3,47	101,33±0,67	9,94

Valores expressos como média ± erro padrão da média.

Variáveis: PT: proteínas totais; TG: triglicerídeos; COL: colesterol total; GLIC: glicose; HTC: hematócrito.

¹ Efeito linear: TG: $Y = 359,42 + 1,82X$, $r^2: 0,33$; COL: $Y = 283,05 + 2,01X$, $r^2: 0,31$; HTC: $Y = 14,33 + 0,57X$, $r^2: 0,88$.

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

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%). Os autores atribuem tal comportamento à composição dos eritrócitos, cuja base são as proteínas. Entretanto, Bibiano Melo et al. (2006a) observaram que o hematócrito do jundiá aumentou significativamente até 27% de proteína da dieta, e após este nível 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 comparar resultados (KLINGER et al., 1996).

Signor et al. (2004) alimentou jundiás com dietas variando de 30 a 46% de PB, e obtiveram efeito linear para peso final, ganho em peso percentual de proteína na carcaça. Da mesma forma, Bibiano Melo et al. (2006b) observaram que há efeito linear do nível protéico (de 20 a 41% PB) sobre o ganho em peso e peso final de alevinos de jundiá. Observando apenas os dados de crescimento, pode-se concluir que o jundiá necessita de no mínimo 46% de proteína bruta na dieta.

Entretanto, quando os parâmetros metabólicos foram determinados, Bibiano Melo et al. (2006b) observaram que quanto maior o nível protéico, maior foi a atividade das enzimas envolvidas no catabolismo de aminoácidos. Estes resultados indicam 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; COX, 2004). Assim, ocorre deposição de gordura na carcaça, cavidade abdominal e no filé, como observado nas tabelas 3 (IGV) e 4 (DGC e DGF).

Izel et al. (2004), alimentando alevinos de matrinxã com dietas variando de 16 a 28% de proteína, obtiveram efeito linear para ganho em peso e conversão alimentar aparente, mas não observaram nenhum efeito sobre a composição do filé. O mesmo desempenho foi observada por Vieira et al. (2005), mas quando avaliaram o perfil metabólico, os autores concluíram que o aumento da proteína da dieta leva ao rearranjo do metabolismo intermediário do matrinxã, ocorrendo aumento da amônia e aminoácidos livres no sangue, e diminuição dos triglicerídeos circulantes.

No presente trabalho, os juvenis de carpa capim apresentaram crescimento linear, mas a deposição de gordura no filé e na carcaça também foi linear (Tabela 5). Além disso, o aumento da concentração de triglicerídeos no plasma com o aumento do nível protéico (Tabela 6) indica 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.

4 Conclusões

O nível de proteína bruta que resulta em maior crescimento dos juvenis de carpa capim, alimentadas com dietas práticas e nas condições do presente trabalho, é de 44%.

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.

5 Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado para C.A. Veiverberg e a bolsa Pesquisador 1-D para J. Radünz Neto.

6 Referências bibliográficas

AL HAFEDH, Y. S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, Oxford, v.30, n.5, p.385-393, May 1999.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed. Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

BIBIANO MELO, J. F. **Digestão e metabolismo de jundiá *Rhamdia quelen* submetidos a diferentes regimes alimentares**. São Carlos, 2004. 80 p. Tese (Doutorado em Ciências). Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos.

BIBIANO MELO, J. F. et al. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Revista Ciência Agroambiental**, Palmas, v.1, n.1, p.43-51, jan./jun. 2006a.

BIBIANO MELO, J. F. et al. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, Amsterdam, v.145, n.2, p.181-187, Oct. 2006b.

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

BUREAU, D. P.; KAUSHIK, S. J.; CHO, C. Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. USA: Academic Press, 2002, p.1-59.

CAMARGO, J. B. J. et al. Criação de alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com ração e forragens cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.213-217, abr./jun. 2006.

CAMARGO, S. O.; POUHEY, J. L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1046-1411, nov./dez. 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. **Aquaculture Research**, Oxford, v.32, n.5, p.349-356, May 2001.

COSTA, M. L. et al. Juvenis de carpa capim alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arraçoamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.492-497, mar./abr. 2008.

DEBNATH, D. et al. Digestive enzymes and metabolic profile of *Labeo rohita* fingerlings fed diets with different crude protein levels. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, Amsterdam, v.146, n.1, p.107-114, Jan. 2007.

DING, L. Grass carp, (*Ctenopharyngodon idella*). In: Wilson, R. P. **Handbook of requirements of finfish**. CRC Press, Inc. N.W., Boca Raton, Flórida, p.89-96, 1991.

FEIDEN, A. et al. Exigência de proteína de alevinos de piavuçu. **Ciência Rural**, Online. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008005000102&lng=pt&nrm=iso> 2008.

FURUYA, W. M. et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1433-1441, set./out. 2005.

HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T. P.; KROGDAHL Ä. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.8, n.3, p.175-194, Sept. 2002.

IZEL, A. C. U. et al. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.2, p.179-184, abr./jun. 2004.

KERR, M. G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária - Bioquímica Clínica e Hematologia**. 2ª ed, São Paulo: Roca, 2003, p.339-342.

KHAN, M. A.; A. K. 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. **Aquaculture Research**, Oxford, v.35, n.13, p.1277-1285, Nov. 2004.

KLINGER, R. C. et al. Effects of dietary lipid on the hematology of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.147, n.3-4, p.225-233, Dec. 1996.

LI, M. H.; BOSWORTH, B. G.; ROBINSON, E. H. Effect of dietary protein concentration on growth and processing yield of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Oxford, v.31, n.4, p.592-598, Dec. 2000.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D. M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.240, n.1-4, p.331-343, Oct. 2004.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4 ed. New York: W. H. Freeman, 2004.

PEZATTO, L. E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p.75-169, 2004.

POLI, C. R.; ARANA, L. V. Qualidade da água em aqüicultura. In: POLI, C.R. et al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p 45-72.

SÁ, M. V. C.; FRACALOSSO, D. M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.1-10, jan./fev. 2002.

SANZ, A.; GARCÍA GALLEGO, M.; de la HIGUERA, M. Protein nutrition in fish: protein/energy ratio and alternative protein sources to fish meal. **Journal of Physiology and Biochemistry**, Navarra, v.56, n.3, p.275-282, 2000.

SANZ, F. Influence of nutrition: bases, procedures and economic implications. In: **Global quality assessment in Mediterranean aquaculture**. Workshop of the CIHEAM Networks on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM) and Socio-Economic and Legal aspects of Aquaculture in the Mediterranean, 1999, Barcelona. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.51, p.37-39, 2000.

SAS - Statistical Analysis System. **User's Guide**. Version 8.02. 4. ed. North Caroline: SAS INSTITUTE INC, 2001.

SIGNOR, A. et al. Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.4, n.8, p.79-89, dez. 2004.

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). **International Journal of Zoological Research**, Pakistan, v.2, n.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*. **Fisheries Science**, Oxford, v.60, n.5, 573-577, Oct. 1994.

TIAN, L. X.; LIU, Y. J. Utilization of glucose and cornstarch by juvenile grass carp. **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, v.66, n.141-145, Apr. 2004.

VIEIRA, V. P.; INOUE, L. A. K.; MORAES, G. Metabolic responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) to dietary protein level. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, Amsterdam, v.140, n.3, p.337-342, Mar. 2005.

WANG, S. et al. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.419-429, Sept. 2005.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C.R. et al. (Org.) **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p 309-336.

5 CAPÍTULO II

ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE CARPA CAPIM COM DIETAS À BASE DE FARELOS VEGETAIS ASSOCIADO À FORRAGEM¹

Resumo: Este trabalho foi conduzido com o objetivo de 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. Durante 60 dias, 180 juvenis de carpa capim (peso inicial $54,6 \pm 1,0$ g) foram criados em sistema de recirculação de água com temperatura controlada (12 unidades experimentais de 850 L), com três repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados foram: FCS (farinha de carne suína - controle); FC: substituição da FCS por farelo de canola; FG: substituição da FCS por farelo de girassol e FCG: substituição da FCS por farelo de canola + farelo de girassol. Todas as dietas eram compostas também de farelo de soja como fonte protéica. Os animais foram alimentados com ração (2% da biomassa) pela manhã e forragem (capim elefante à vontade) à tarde. Foram avaliados os parâmetros zootécnicos (peso, taxa de crescimento específico, ganho em peso diário e relativo e conversão alimentar aparente e consumo diário de forragem) e de carcaça (rendimento de carcaça e filé, índices digestivosomático, hepatossomático e de gordura visceral, quociente intestinal, coeficiente de retenção protéica e deposições de proteína e gordura corporal e no filé). Além disso, a composição centesimal (umidade, cinzas, gordura e proteína) no filé e no peixe inteiro, os parâmetros sanguíneos (glicose, triglicerídeos totais, colesterol total e proteínas totais) e a medida instrumental da cor dos filés também foram avaliados. Ao final do experimento, os parâmetros de crescimento não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. O consumo diário de forragem variou entre 1,24 e 2,11% do peso vivo (material verde), não diferindo entre os tratamentos. Maior teor de gordura e menor teor de proteína no peixe inteiro foram obtidos no tratamento FCG, bem como para cinzas no filé. Os demais parâmetros de composição não foram afetados. A dieta FCS foi a que apresentou maiores valores de proteínas, triglicerídeos e colesterol total circulantes. O rendimento de filé foi maior nos tratamentos FC e FCG, enquanto o índice digestivosomático foi maior nos tratamentos FG e FCG. Na avaliação instrumental da cor, os filés obtidos dos tratamentos FCS e FCG apresentaram maior valor de L (luminosidade), diferindo apenas do tratamento FC. Os demais parâmetros não diferiram estatisticamente entre si. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que farelo de canola e farelo de girassol podem ser utilizados em dietas para recria da carpa capim, quando for feita a suplementação com lisina e associado à forragem, sem comprometer o crescimento.

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

¹ Artigo a ser submetido para publicação no periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

1 Introdução

Vários estudos têm sido conduzidos mundialmente na tentativa de encontrar ingredientes com potencial de substituir a farinha de peixe usada na aquicultura (EL-SAYDI; GABER, 2003; KHAN et al., 2003; THIESSEN et al., 2004). As fontes protéicas de origem animal, como a farinha de carne suína, se caracterizam por apresentar alto valor de proteína e composição de aminoácidos próxima da exigida pelos peixes (EL-SAYED, 1999). Entretanto, por serem subprodutos do abate de animais, estão sujeitas a 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.

Os ingredientes de origem vegetal apresentam potencial para substituir as fontes de origem animal. Com o incentivo à produção de biodiesel no Brasil, grande quantidade de subprodutos será gerada, principalmente farelos obtidos após a extração do óleo (PARENTE, 2003). Segundo Silva e Freitas (2008), as oleaginosas com maior potencial para produção de biodiesel no Rio Grande do Sul são a soja, a canola e o girassol. O aumento da disponibilidade destes subprodutos, em geral com alto valor protéico e a 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 protéicas de origem animal, a presença de fatores antinutricionais e a deficiência em um ou mais aminoácidos essenciais limita a inclusão dos mesmos nas dietas. A combinação de fontes protéicas vem sendo destacada por vários autores como uma 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; FASAKIN et al., 2005).

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.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria, no período de fevereiro a abril de 2008 (60 dias). Foi utilizado um sistema de recirculação de água com temperatura controlada, composto por 12 tanques de 850L, dois

filtros biológicos e um reservatório (2000L) com duas resistências (2000W) controladas por termostatos.

Foram utilizados 180 juvenis de carpa capim com peso médio de $54,6 \pm 1,0$ g, obtidos em piscicultura comercial (Piscicultura São Carlos - Ibirubá, RS). Duas semanas antes do início do experimento, os animais foram distribuídos no sistema para aclimação às condições experimentais. Neste período receberam ração peletizada com 30% de proteína bruta, fornecida até a saciedade aparente, e capim elefante fornecido à vontade.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Foram avaliadas duas fontes protéicas vegetais alternativas (farelo de canola e farelo de girassol), incorporadas em substituição à farinha de carne suína, a fim de se obter teor de proteína equivalente. Todas as dietas continham também farelo de soja como fonte protéica. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isocalóricas, com base na composição analisada dos ingredientes (Tabela 1). A suplementação com lisina foi feita para atender a exigência mínima da espécie, segundo Wang et al. (2005). Os tratamentos avaliados foram: FCS= dieta controle, à base de farinha de carne suína; FC= substituição da farinha de carne suína por farelo de canola; FG= substituição da farinha de carne suína por farelo de girassol; FCG= substituição da farinha de carne suína por farelo de canola e farelo de girassol (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição centesimal dos ingredientes e do capim elefante utilizados na alimentação dos juvenis de carpa capim

Constituinte	Composição analisada (% na matéria natural) ¹								
	MS	PB	MM	EE	FDN	CSDN	ED (kcal/kg) ²	Ca	P
Farinha de carne suína	91,82	46,37	22,08	17,21	-	4,83	3572	5,43	2,95
Farelo de soja	86,9	40,95	5,16	1,95	7,86	30,98	2853	0,18	0,51
Farelo de trigo	87,48	15,48	4,39	3,01	33,15	53,49	2559	0,12	1,21
Milho	88,07	8,08	1,40	3,62	8,8	74,06	2932	0,04	0,25
Farelo de canola	88,85	38,34	6,30	1,85	36,28	31,25	2742	0,64	1,12
Farelo de girassol	88,05	40,53	7,96	2,00	26,74	28,47	2762	0,19	1,06
Capim elefante	21,90	3,68	0,96	2,62	13,38	1,26	417	-	-

¹ Composição analisada no Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da Universidade de Passo Fundo (RS).

² Calculada: ED = [(PB*5,64*0,75)+(EE*9,44*0,9)+(CSDN*4,11*0,75)] (Adaptada de Bureau et al., 2002).

As dietas experimentais foram confeccionadas no Laboratório de Piscicultura da UFSM. 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 (aproximadamente 10 minutos de mistura). Para a peletização foi adicionada água à temperatura ambiente, até obter-se ponto de massa. As rações foram peletizadas em máquina de moer carne e secas em estufa com circulação de ar forçada (52°C) por 24 horas. Após, foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-18°C) até o momento do fornecimento aos animais. A composição bromatológica das dietas está descrita na Tabela 3.

Tabela 2 - Formulação das dietas avaliando a substituição parcial da farinha de carne suína por farelos vegetais para juvenis de carpa capim

Ingredientes (%)	Tratamentos ¹			
	FCS	FC	FG	FCG
Farinha de carne	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 (grãos)	4,73	2,67	3,96	4,3
Óleo de soja	1,03	5,6	5,46	5,48
Mistura vitamínica ²	1	1	1	1
Cloreto de colina	1	1	1	1
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

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FG: farelo de girassol; FCG: farelo de canola + farelo de girassol.

² Composição da mistura vitamínica (por kg de produto/ MigPlus): Ác. Fólico: 3.000mg, Ác. Nicotínico: 60.000 mg, Ác. Pantotênico: 30.000 mg, Biotina: 100 mg, Vit.A: 10.000.000 UI, Vit. B1: 8.000 mg, Vit. B2: 10.000 mg, Vit. B6: 8.000mg, Vit. B12: 20.000 mcg, Vit. C: 150.000 mg, Vit. D3: 2.000.000 UI, Vit. E: 150.000 mg, Vit. K3: 6.000mg, Inositol: 88.000 mg.

³ Composição da mistura mineral (por kg de produto/MigPlus): Ferro: 30.000mg, Manganês: 5.000mg, Cobre: 2.000mg, Zinco: 20.000mg, Iodo: 900mg, Cobalto: 20mg, Selênio: 100 mg.

A ração foi fornecida diariamente às 10 horas (2% do peso vivo), e às 16 horas foi fornecido capim elefante (*Pennisetum purpureum*), à vontade. Ao longo do período experimental, a quantidade de ração foi ajustada a cada 20 dias mediante pesagem dos

animais. A quantidade de ração fornecida durante o experimento foi baseada na observação de consumo no período de adaptação. Antes do fornecimento aos animais, o capim foi pesado, e antes da alimentação da manhã foi realizada a retirada e pesagem das sobras de capim para determinação do consumo diário de forragem (CDF), em % do peso vivo. Neste momento também foi feita a sifonagem das unidades experimentais, para retirada das fezes e eventuais sobras de ração.

Tabela 3 – Composição centesimal das dietas avaliadas no experimento

Componentes (%)	Tratamentos ¹			
	FCS	FC	FG	FCG
Matéria seca ²	93,87	93,92	92,73	93,07
Proteína bruta ²	40,82	40,07	39,58	39,66
Lisina ³	2,06	1,71	1,82	1,76
Metionina ³	0,61	0,64	0,64	0,64
Extrato etéreo ²	11,14	8,28	7,45	8,69
Cinzas ²	14,54	9,45	9,83	9,82
Cálcio ³	2,32	0,78	0,59	0,68
Fósforo ³	1,62	0,98	0,95	0,95
Fibra em detergente neutro ²	13,05	13,30	9,25	11,37
Carboidratos solúveis em detergente neutro ²	14,32	22,82	26,62	23,54
Energia digestível (kcal/kg) ⁴	3115	3102	3128	3142

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FG: farelo de girassol; FCG: farelo de canola + farelo de girassol.

² Analisada – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – Universidade Federal de Santa Maria, RS.

³ Calculada com base na composição analisada dos ingredientes (Centro de Pesquisa em Alimentação - Universidade de Passo Fundo, RS).

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

O capim utilizado no experimento foi obtido em área instalada no Laboratório de Piscicultura, em parcela de 300 m². Aproximadamente 90 dias antes do início do experimento foi feita a roçada do capim para permitir o rebrote, bem como adubação com 70 kg de uréia, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1997). No início e final do experimento foram coletadas amostras do capim para análise da composição bromatológica da forragem. As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e

Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM. A composição centesimal (na matéria natural) da forragem utilizada no experimento está apresentada na Tabela 1.

A temperatura da água foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio. Os demais parâmetros físico-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[®].

Ao final do experimento, os animais passaram por jejum de 24 horas e foram anestesiados com tri-fenoxietanol (0,03%, diluído em água) para mensuração do peso (com balança digital de 0,01g), comprimento total e comprimento padrão (com ictiômetro). Também foram calculados os seguintes parâmetros: Taxa de crescimento específico (%/dia): $TCE = [(\ln PF - \ln PI)/d] * 100$; Fator de condição: $FC = P/(CT^3) * 100$; Conversão alimentar aparente: $CAA = (ACt/GPT)$; Ganho em peso médio diário (g/dia): $GPD = (PF - PI)/d$; Ganho em peso relativo (%): $GPR = [(PF - PI)/PI] * 100$; onde: ln= logaritmo neperiano; PF= peso final; PI= peso inicial; d= período experimental, em dias; CT= comprimento total; ACt = alimento consumido total (g); GPT: ganho em peso total no período (g).

Para obter os valores de peso de carcaça, filé, trato digestório, fígado e de gordura visceral e comprimento do trato digestório, três juvenis por unidade experimental foram abatidos por imersão em água + gelo (1:1) e eviscerados. A partir destes dados, foram calculados 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 em relação ao comprimento total do peixe. Estes animais foram filetados e os filés retirados foram analisados quanto à composição centesimal. Além disso, dois juvenis por repetição foram 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 foi determinada pelo método de microKjeldahl (método 960.52) da AOAC (1995) com fator de conversão 6,25, e a gordura extraída e quantificada de acordo com o método de Bligh e Dyer (1959). Os dados foram expressos em porcentagem na matéria natural.

A retenção de nutrientes foi estimada pelos parâmetros: coeficiente de retenção protéica (CRP, %) = $100 * [(Pf * PBCf) - (Pi * PBCi)] / ACt * PBd$; deposição de proteína corporal (DPC, g) = $[Pf * (%PBCf/100)] - [Pi * (%PBCi/100)]$; deposição de gordura corporal (DGC,

g) = $[Pf * (\%GCf/100)] - [Pi * (\%GCi/100)]$; deposição de proteína no filé (DPF, g) = $[Pf * (\%PBFf/100)] - [Pi * (\%PBFi/100)]$; e deposição de gordura no filé (DGF, g) = $[Pf * (\%GFf/100)] - [Pi * (\%GFi/100)]$; onde: 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; GFf: gordura do filé final.

A coleta de sangue foi realizada em seis peixes por tratamento, na veia caudal. Um alíquota foi imediatamente inserida em tira reagente de aparelho medidor de glicose (GLIC, mg/dL), marca Accu-check Active[®]. O restante das amostras foi acondicionado em tubos tipo Eppendorf e centrifugados a 3000 rotações por minuto durante 10 minutos. O soro obtido foi utilizado na determinação de triglicerídeos (TG, mg/dL), proteínas totais (PT, g/dL) e colesterol total (COL, mg/dL), com reagentes colorimétricos (Doles[®]).

Os dados observados foram submetidos a teste de normalidade. Todos os dados passaram por processo de diagnóstico de *outliers* (valores aberrantes), sendo excluídos pela equação: $(\text{média} - 2dp) < x < (\text{média} + 2dp)$, onde dp= desvio padrão amostral. Após 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 v.8 (2001).

3 Resultados e Discussão

Durante todo o período experimental, os parâmetros físico-químicos da água se mantiveram dentro da faixa aceitável para a criação de peixes (POLI; ARANA, 2003): temperatura da manhã $23,4 \pm 0,22^\circ\text{C}$; temperatura da tarde $24,1 \pm 0,21^\circ\text{C}$; pH $6,6 \pm 0,06$; alcalinidade total $33,1 \pm 11,39$ mg/L de CaCO_3 ; amônia total $0,2 \pm 0,08$ mg/L; nitrito $0,0$ mg/L; oxigênio dissolvido $7,4 \pm 0,18$ mg/L; dureza total $74,0 \pm 23,76$ mg/L de CaCO_3 . A temperatura manteve-se próxima da faixa de conforto térmico descrita por Zaniboni Filho (2003), que é de 25 a 30°C .

Ao final dos 60 dias de experimento, não foram observadas diferenças significativas para peso final (PMF), taxa de crescimento específico (TCE), ganho em peso diário (GPD), ganho em peso relativo (GPR), conversão alimentar aparente (CAA) e consumo diário de forragem (CDF) dos juvenis alimentados com as diferentes dietas (Tabela 4). Isto indica que o farelo de canola e o farelo de girassol podem substituir a farinha de carne suína na dieta da carpa capim, sem causar comprometimento no crescimento.

Segundo Watanabe (2002), os farelos vegetais em geral têm sua inclusão limitada por serem deficientes em um ou vários aminoácidos essenciais. Assim, a utilização de ingredientes isolados só é possível com a suplementação dos aminoácidos deficientes na referida fonte. No presente trabalho foi necessária a suplementação com lisina, a fim de atender a exigência da espécie (WANG et al., 2005), sendo que os demais AAE foram todos supridos pela combinação das fontes utilizadas na formulação.

Tabela 4 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta

Variáveis ²	Tratamentos ¹				dpr ³
	FCS	FC	FG	FCG	
PMI (g)	55,25±2,29	54,06±0,64	56,03±0,83	53,83±2,64	2,91
PMF (g)	74,28±1,91	83,42±4,72	77,55±1,67	80,46±5,07	6,39
TCE (%/dia)	0,55±0,06	0,72±0,10	0,54±0,02	0,67±0,03	0,10
GPD (g/dia)	0,35±0,03	0,49±0,08	0,36±0,02	0,44±0,04	0,08
GPR (%)	39,07±4,77	54,36±8,95	38,37±1,27	49,27±2,82	9,18
CAA	3,18±0,30	2,45±0,28	3,23±0,19	2,80±0,13	0,41
CDF (% PV)	1,24 ± 0,22	1,92 ± 0,47	2,02 ± 0,07	2,11 ± 0,19	0,48

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).

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FG: farelo de girassol; FCG: farelo de canola + farelo de girassol.

² Variáveis: PMI: peso médio inicial; PMF: peso médio final; TCE: taxa de crescimento específico; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo; FC: fator de condição; CAA: conversão alimentar aparente; CDF: consumo diário de forragem (% em material verde).

³ dpr: desvio padrão residual.

Os resultados obtidos a partir da substituição de ingredientes em dietas para peixes são bastante variáveis, em função da fase de vida, processamento da dieta, qualidade do ingrediente e tipo de sistema de criação (GLENCROSS et al., 2007). Por exemplo, juvenis de tilápia alimentados com uma dieta com 50% de farelo de girassol, sem ingredientes de origem animal, mas com suplementação de lisina (0,5%) e metionina (1,0%) apresentaram peso final, ganho em peso e consumo de ração semelhante aos alimentados com dieta à base de farinha de peixe (GABER, 2006). Entretanto, para a fase de reversão sexual da tilápia do Nilo, rações formuladas com ingredientes de origem animal são mais eficientes que aquelas com base em ingredientes de origem vegetal, mesmo quando esta foi suplementada com lisina e metionina ou cálcio e fósforo (MEURER et al., 2005).

Os resultados apresentados no presente trabalho são semelhantes aos obtidos com espécies onívoras e herbívoras. 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 significativamente o crescimento dos juvenis de tilápia, além de resultar em menor custo de alimento consumido por kg de peixe produzido (EL-SAIDY; GABER, 2003).

Avaliando o efeito da utilização dos farelos de girassol e canola em três espécies de carpas indianas, Tahir et al. (2008) observaram que a resposta entre as espécies foi diferente. Enquanto que para *Labeo rohita* e *Catla catla* não foi viável a substituição da farinha de peixe pelos farelos, para *Cirrhina mrigala* o farelo de canola substituiu até 40% da proteína da farinha de peixe sem causar redução no crescimento. O farelo de girassol não se mostrou viável como fonte alternativa para nenhuma das espécies avaliadas.

Alevinos da carpa herbívora *Labeo rohita*, alimentados com dieta formulada com farinha de peixe, farelo de soja, farelo de amendoim e farelo de canola em iguais proporções, apresentaram crescimento semelhante aos alimentados com a dieta controle (somente farinha de peixe). Entretanto, quando as dietas eram formuladas exclusivamente com farelos vegetais (soja, amendoim ou a combinação de soja, amendoim e canola), sem farinha de peixe, o desempenho foi inferior (KHAN et al., 2003).

Para alevinos de carpa capim (1,33 g), a inclusão de 14,40% de farelo de canola resultou em melhor desempenho em comparação à dieta controle (a base de farelo de soja). Em níveis maiores do que este houve redução do crescimento e piora da conversão alimentar dos animais (SOARES et al., 1998). O farelo de canola pode ser incluído em até 24% na dieta de alevinos de tilápia do Nilo, sem prejuízo no desempenho (GAIOTTO et al., 2004). Em dietas para piavuçu, o nível de inclusão máximo sem afetar o crescimento é de 11,19% na dieta (GONÇALVES et al., 2002).

É possível substituir a proteína animal por farelo de girassol em dietas para alevinos de *Tilapia rendalli*, com semelhante crescimento, até o nível de 20% de substituição (21,58% na dieta) (OLVERA-NOVOA et al., 2002). No trabalho citado, os autores não utilizaram suplementação com AAE, o que fez com que as dietas com maiores níveis de substituição (30 a 50%) ficassem deficientes em metionina. O pior desempenho destas dietas foi associado à deficiência do referido aminoácido. Entretanto, no presente trabalho, não foi necessária a suplementação de metionina, o que auxiliou nos resultados obtidos.

Para avaliar adequadamente o valor nutricional dos ingredientes de origem vegetal e os possíveis efeitos adversos dos fatores antinutricionais nos peixes, é fundamental o estudo

detalhado dos parâmetros metabólicos (GATLIN III et al., 2007). No presente estudo, os teores de proteína total, triglicerídeos e colesterol total no soro foram significativamente maiores no tratamento controle (FCS) em relação aos demais (Tabela 5). 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 (NELSON; COX, 2004).

Tabela 5 - Parâmetros sanguíneos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta

Variáveis ²	Tratamentos ¹				dpr ³
	FCS	FC	FG	FCG	
PT (g/dL)	3,12±0,15 ^a	2,69±0,06 ^b	2,79±0,08 ^b	2,56±0,07 ^b	0,24
TG (mg/dL)	536,43±34,45 ^a	483,41±47,05 ^{ab}	381,55±30,85 ^b	437,94±31,39 ^{ab}	81,82
COL (mg/dL)	503,78±24,86 ^a	383,45±27,02 ^b	408,41±23,24 ^b	400,84±8,61 ^b	52,10
GLIC (mg/dL)	144,83±8,44	109,50±5,47	107,67±4,88	102,33±7,08	16,21

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).

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FCG: farelo de canola + farelo de girassol; FG: farelo de girassol.

² Variáveis: PT: proteínas totais; TG: triglicerídeos; COL: colesterol total; GLIC: glicose.

³ dpr: desvio padrão residual.

Alimentando juvenis de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) com níveis crescentes de substituição da farinha de peixe por ingredientes de origem vegetal, Hansen et al. (2007) observaram que as menores concentrações de colesterol e triglicerídeos circulante nos animais alimentados com os ingredientes vegetais pode ser resultado da diminuição da formação de micelas no intestino, devido ao aumento do conteúdo de fibra. O mesmo resultado foi obtido por Kaushik et al. (2004) com *Dicentrarchus labrax* e por Kaushik et al. (1995) com truta arco-íris. No presente estudo, embora o resultado obtido com os juvenis de carpa capim tenha sido semelhante, a afirmação não pode ser considerada verdadeira, pois os níveis de fibra em detergente neutro foram menores na dieta FG em relação às demais.

Outra explicação para os resultados obtidos no presente trabalho pode ser associada 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.

De Francesco et al. (2004) avaliaram o efeito da dieta sobre a qualidade dos filés de truta arco-íris e, os maiores valores de colesterol no filé dos peixes alimentados com a dieta com ingrediente de origem animal (farinha de peixe) em comparação aos farelos vegetais. Os autores não mediram a concentração de colesterol circulante.

Cabe destacar neste trabalho as diferenças observadas em comparação com a análise inicial (Tabela 6). Os menores valores de quociente intestinal e índice digestivo-somático indicam que houve diminuição do tamanho do trato. Este fato pode ser explicado pelo baixo consumo de forragem pelos animais durante o experimento (Tabela 4), uma vez que a fibra proporciona aumento destes índices. A mesma tendência foi observada por Costa et al. (2008), que observaram que o aumento da suplementação com ração leva à diminuição destes parâmetros.

Tabela 6 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos juvenis de carpa capim alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta

Variáveis ²	Inicial	Tratamentos ¹			
		FCS	FC	FG	FCG
RC (%)	83,98±0,54	85,81±0,39*	85,60±0,31*	85,88±0,48*	85,00±0,16
RF (%)	28,91±0,64	30,22±0,25 ^b	32,41±0,53 ^{a*}	30,97±0,59 ^{b*}	32,63±0,32 ^{a*}
IHS (%)	3,04±0,11	2,32±0,13*	2,40±0,11*	2,18±0,21*	2,62±0,12
IDS (%)	3,21±0,23	2,34±0,12 ^{b*}	2,36±0,11 ^{b*}	2,82±0,08 ^a	2,62±0,10 ^{ab*}
QI	2,28±0,07	1,88±0,05*	1,85±0,05*	1,79±0,04*	1,91±0,04*
IGV (%)	0,37±0,09	1,46±0,13*	1,66±0,18*	1,39±0,25*	1,97±0,16*

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).

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FCG: farelo de canola + farelo de girassol; FG: farelo de girassol.

² Variáveis: RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; IHS: índice hepato-somático; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; IGV: índice de gordura visceral.

Desvio padrão residual: RC: 1,02; RF: 1,34; IHS: 0,44; IDS: 0,31; QI: 0,14; IGV: 0,55.

Os maiores rendimentos de carcaça e filé em relação à análise inicial indicam que houve aumento da síntese protéica e conseqüente aumento da deposição muscular. Isto ocorreu porque, antes dos animais serem levados ao circuito experimental, estavam recebendo maior quantidade de forragem e menor quantidade de ração. Conforme resultados de Costa et

al. (2008), quando os juvenis de carpa capim são alimentados somente com forragem ou com pequenas quantidades de ração, o crescimento fica limitado.

Quanto à composição centesimal do peixe inteiro, umidade e cinzas não foram afetadas pelas fontes protéicas da dieta (Tabela 7). Os maiores níveis de gordura foram observados nos tratamentos FCG e FCS, bem como os maiores valores de proteína. A dieta FC apresentou os menores valores de gordura, e a proteína não diferiu dos tratamentos FCG e FCS.

Tabela 7 - 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 (%)	76,35±0,36	71,50±0,64*	73,66±0,89	72,67±0,21*	72,20±1,20*
Cinzas (%)	2,39±0,11	2,65±0,19	2,88±0,32	3,35±0,30	2,81±0,21
Gordura (%)	6,59±0,35	10,18±0,29 ^{ab*}	8,39±0,68 ^{c*}	9,01±0,24 ^{bc*}	11,07±0,33 ^{a*}
Proteína (%)	15,24±0,39	15,17±0,24 ^{ab}	15,29±0,06 ^{ab}	15,92±0,37 ^a	14,80±0,38 ^b
CRP	-	0,77±0,07	1,07±0,10	0,92±0,10	0,84±0,08
DPC (g)	-	3,24±0,18	4,46±0,63	4,00±0,44	3,68±0,30
DGC (g)	-	4,12±0,11 ^{ab}	3,40±0,59 ^b	3,39±0,02 ^b	5,42±0,62 ^a
FILE					
Umidade(%)	80,81±0,22	78,09±0,19*	77,40±0,44*	78,43±0,31*	77,44±0,53*
Cinzas (%)	1,00±0,14	1,17±0,01 ^a	1,05±0,01 ^b	1,03±0,03 ^b	1,15±0,02 ^a
Gordura (%)	1,73±0,004	2,65±0,05*	2,62±0,36*	2,59±0,11*	3,08±0,09*
Proteína (%)	17,46±0,10	19,19±0,30*	19,40±0,15*	19,09±0,06*	19,42±0,23*
DPF (g)	-	5,08±0,36	6,68±0,94	5,25±0,31	6,27±0,69
DGF (g)	-	1,07±0,06	1,28±0,40	1,08±0,14	1,55±0,09
L	-	50,43±0,48 ^a	47,04±0,40 ^b	48,51±0,86 ^{ab}	49,44±0,81 ^a
a	-	11,94±0,97	14,33±1,15	14,03±0,81	12,48±0,58
b	-	7,28±0,56	6,88±0,69	7,31±0,11	7,17±0,56

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).

¹ Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farelo de canola; FCG: farelo de canola + farelo de girassol; FG: farelo de girassol.

² Variáveis: CRP: coeficiente de retenção protéica; DPC e DPF: deposição de proteína corporal e no filé, respectivamente; DGC e DGF: deposição de gordura corporal e no filé, respectivamente. Desvio padrão residual: PEIXE INTEIRO: Umidade: 1,42; Cinzas: 0,45; Gordura: 0,73; Proteína: 0,51; CRP: 0,15; DPC: 0,73; DGC: 0,75. FILÉ: Umidade: 0,67; Cinzas: 0,04; Gordura: 0,34; Proteína: 0,36; DPF: 1,09; DGF: 0,38; L: 1,16; a: 1,56; b: 0,91.

Os resultados obtidos são semelhantes àqueles apresentados por Du et al. (2006), avaliando níveis de lipídio na dieta de carpa capim. Estes autores observaram que a proteína variou de 13,8 a 14,8% no peixe inteiro e entre 17 e 18% no filé. Já para gordura, os autores obtiveram valores e 1 a 1,7% para o filé e de 5,4 a 8,2% no peixe inteiro, inferiores ao presente trabalho.

O efeito dos ingredientes vegetais sobre a composição centesimal dos peixes mostra resultados bastante variáveis. A principal resposta observada quando há alguma alteração na dieta é nos teores de lipídio na carcaça e/ou filé. Uma dieta desbalanceada em aminoácidos resulta em maior deposição de gordura na carcaça e na cavidade abdominal, como forma de reserva de energia. Embora as dietas do presente trabalho tenham sido formuladas de modo a serem isoprotéicas, as diferenças no aproveitamento da proteína oriunda de cada fonte pode ter contribuído para este efeito.

A avaliação instrumental da cor indicou que apenas a luminosidade apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7). Este resultado pode ser explicado pela maior concentração de gordura, que embora não tenha diferido no filé, apresentou a mesma tendência que 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) não observaram diferenças da substituição da farinha de peixe por concentrado protéico de soja em dietas para truta arco-íris. Ainda para truta arco-íris, a utilização de farinha de peixe ou a mistura de farelos vegetais afeta a cor dos filés (de FRANCESCO et al., 2004).

As diferenças entre os resultados obtidos podem estar relacionados a fatores como idade do peixe, tipo de ingrediente utilizado e duração do período experimental. A maioria dos trabalhos, assim como este, avalia o efeito de curtos períodos de alimentação, os quais muitas vezes são insuficientes para causar efeito na qualidade da carne. Já de Francesco et al. (2004) observaram que os filés de trutas alimentadas por 157 dias com farinha de peixe apresentaram maior tendência ao vermelho (a) e menor tendência ao amarelo (b) que aqueles de peixes que foram alimentados com farelos vegetais. Os autores atribuem este fato a possíveis interações entre os pigmentos e os nutrientes das dietas, além da inclusão de glúten de milho como um dos ingredientes vegetais, o qual inibe a absorção de astaxantina.

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.

4 Conclusões

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 do que aqueles alimentados com dietas a base de farelos vegetais.

As fontes protéicas avaliadas no presente trabalho influenciam na composição centesimal do peixe inteiro e do filé, mas a cor dos filés de carpa capim não é afetada.

5 Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

À Giovelli & Cia. Ltda., pela doação do farelo de girassol para a realização do experimento.

6 Referências bibliográficas

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed. Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

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

BUREAU, D. P.; et al. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.181, n.3-4, p.281-291, Jan. 2000.

BUREAU, D. P.; KAUSHIK, S. J.; CHO, C. Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. USA: Academic Press, 2002, p.1-59.

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.4, p.237-236, jul./ago. 2005. Disponível em <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/024V2N4P221_234_JUL2005.pdf>

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 Santa Maria, SBCS – Núcleo Regional Sul. 224p. 1997.

COSTA, M. L. et al. Juvenis de carpa capim alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.492-497, mar./abr. 2008.

DU, Z. Y. et al. The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, Netherlands, v.14, n.3, p.247-257, June 2006.

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**, Oxford, v.34, n.13, p.1119-1127, Nov. 2003.

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

FASAKIN, E. A.; SERWATA, R. D.; DAVIES, S. J. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.329-338, Sept. 2005.

FRANCESCO, M. de et al. 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**, Amsterdam, v.236, n.1-4, p.413-429, June 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**, Amsterdam, v.199, n.3-4, p.197-227, Aug. 2001.

GABER, M. M. The effects of plant-protein-based diets supplemented with Yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) fingerlings. **Journal of the World Aquaculture Society**, Oxford, v.37, n.1, p.74-81, Mar. 2006.

GAIOTTO, J. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; FERNANDES, T. R. Farelo de canola para juvenis de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.1, p.15-19, abr. 2004.

GATLIN III, D. M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.6, p.551-579, Apr. 2007.

GLENCROSS, B. D.; BOOTH, M.; ALLAN, G. L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture Nutrition**, v.13, n.1, p.17-34, Feb. 2007.

- GONÇALVES, G. S. et al. Farelo de canola na alimentação do piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski), na fase inicial. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.24, n.4, p.921-925, abr. 2002.
- HANSEN, A. C. et al. Dietary plant protein utilization in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.13, n.3, p.200-215, June 2007.
- KAUSHIK, S. J. et al. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.230, n.1-4, p.391-404, Feb. 2004.
- KAUSHIK, S. J. et al. 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**, Amsterdam, v.133, n.3-4, p.257-274, June 1995.
- KHAN, M. A. et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.9, n.6, p.391-396, Dec. 2003.
- MEURER, F. et al. Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para a tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.1-6, jan./fev. 2005.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4 ed. New York: W. H. Freeman, 2004.
- OLVERA-NOVOA, M. A.; OLIVEIRA-CASTILLO, L.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulanger, 1896) fingerlings. **Aquaculture Research**, Oxford, v.33, n.3, p.223-229, Mar. 2002.
- PARENTE, E. J. de S. et al. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.
- POLI, C. R.; ARANA, L. V. Qualidade da água em aquíicultura. In: POLI, C.R. et al. **Aquíicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p 45-72.
- SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide, Version 8.02. North Caroline: SAS INSTITUTE INC, 2001.
- SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.843-851, maio/jun. 2008.
- SOARES, C. M. et al. Farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.20, n.3, p.395-400, jul. 1998.

TAHIR, M. Z. I. et al. Studies on partial replacement of fish meal with oilseeds meal in the diet of Major carps. **International Journal of Agriculture & Biology**, Pakistan, v.10, n.4, p.455-458, 2008.

THIESSEN, D. L. et al. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.10, n.6, p.379-388, Dec. 2004.

WANG, S. et al. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.419-429, Sept. 2005.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, Oxford, v.68, n.2, p.242 – 252, Apr. 2002.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C.R. et al. (Org.) **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p 309-336.

6 DISCUSSÃO GERAL

A formulação de rações para peixes esbarra em um problema – o custo. Devido à alta necessidade de proteína destes animais, é necessária a inclusão de grande quantidade de ingredientes protéicos (em geral mais de 50% do volume). Assim, muitas vezes o custo da ração torna-se inviável para o produtor.

O custo das dietas avaliadas neste trabalho foi calculado com base nos preços praticados em dezembro de 2008 em Santa Maria, RS (Quadro 1). Para o experimento 1, o custo foi praticamente o mesmo para todas as dietas. Isto ocorreu porque, embora houvesse redução no nível de proteína, houve aumento da inclusão de óleo para manter a concentração energética, fazendo com que os preços se equivalessem.

Dietas experimentais	Custo (R\$/kg) ¹
Experimento 1 (níveis de proteína bruta)	
22%	0,98
30%	0,97
36%	0,97
44%	0,96
Experimento 2 (fontes protéicas)	
FCS	0,96
FC	1,11
FG	1,10
FCG	1,11

Quadro 1- Custo com ingredientes para a formulação das dietas com diferentes níveis (experimento 1) ou fontes de proteína (experimento 2).

¹ Custo baseado somente no valor dos ingredientes. Não estão contabilizados custos com processamento e transporte. Valores calculados a partir dos preços praticados em dezembro de 2008 em Santa Maria, RS.

Já no experimento 2, as dietas à base de farelos vegetais (FC, FG e FCG) tiveram custo mais alto que a dieta controle (FCS). Tal fato é explicado pela alta disponibilidade regional de farinha de carne suína. Como este ingrediente é proibido em dietas para ruminantes e sua inclusão é limitada em dietas para aves e suínos (CAMPESTRINI, 2005), o aumento da oferta gera diminuição do preço praticado. Entretanto, os preços dos farelos de

origem vegetal são mais elevados, o que é causado pelo aumento das exportações juntamente com os óleos vegetais (SILVEIRA, 2007), e também pela explosiva produção brasileira de aves e de suínos, que está pressionando fortemente a demanda interna de farelos vegetais em nosso País (BUENO, 2006).

O principal objetivo da piscicultura comercial é obter máximo desempenho e o menor custo possível. Para se obter isto, contínuos esforços para redução de custos têm sido empregados, sempre buscando manter a saúde, crescimento e eficiência alimentar dos peixes (SANZ, 2000). Os esforços também visam a diminuição do impacto ambiental causado pela aqüicultura, devido à alta excreção de nitrogênio e fósforo resultante do uso de dietas não balanceadas. Assim, as exigências nutricionais de proteína, energia e aminoácidos essenciais para cada espécie e fase de vida precisam ser determinadas (HASAN, 2001). Nestas determinações, fatores como sistema de criação e digestibilidade dos ingredientes devem ser considerados.

A necessidade de proteína depende da inter-relação desta com os demais nutrientes da dieta, ou seja, do balanço entre os nutrientes (SANZ et al., 2000). Por exemplo, em peixes com exigência menor de proteína, dietas com alto conteúdo de carboidratos resultam em animais com fígado aumentado, aumento de gordura visceral, redução da porção comestível (carcaça e filé) e, principalmente, aumento do conteúdo de lipídios no músculo (TIAN; LIU, 2004). Observando os dados em ambos os trabalhos, pode-se ver que houve aumento do índice hepato-somático em comparação com a análise inicial, mesmo não havendo diferenças entre os tratamentos. Colaborando com estes resultados está o fato de que os animais do experimento 1 não receberam forragem (capim elefante), e os do experimento 2 o consumiram em pequena quantidade (1 a 2 % do peso vivo, em material verde). Antes de serem utilizados nos experimentos, as animais foram criados em viveiros de terra, onde recebiam maior quantidade de forragem em proporção à quantidade de ração. Assim, quando passaram a receber principalmente ração, houve aumento da deposição de gordura.

Embora resulte em menor desempenho, a forragem tem importância na nutrição da carpa capim. Segundo Costa et al. (2008), o crescimento dos juvenis foi maior quando receberam ração + forragem verde, quando comparado a somente forragem ou ração. Inicialmente os autores atribuíram tal fato ao efeito aditivo do consumo de forragem, uma vez que o fornecimento de ração foi restrito (3% da biomassa) para todos os tratamentos. Entretanto, comparando com os resultados obtidos nos presentes estudos, pode-se observar que, além disso, há uma importância do ponto de vista metabólico.

Contrariando os trabalhos citados, no experimento 1 (níveis de proteína) optou-se por fornecer apenas ração para os animais, uma vez que a variação natural da composição da forragem poderia alterar a quantidade de proteína bruta ingerida em cada tratamento experimental.

A combinação de ingredientes vegetais, com suplementação de aminoácidos essenciais possibilita a formulação de dietas sem farinha de peixe ou ingredientes de origem animal (GATLIN III et al., 2007). Como exemplo pode-se citar o farelo de soja, deficiente em metionina, mas quando combinado com outros ingredientes protéicos permite elevar o teor protéico da dieta e melhorar o balanço de aminoácidos essenciais de dietas para peixes (WATANABE, 2002). No presente trabalho, a combinação do farelo de soja com farelo de canola, farelo de girassol ou a mistura de ambos, resultou em semelhante crescimento quando comparada com a dieta controle, mostrando que esta alternativa pode ser utilizada na formulação de dietas para carpa capim. Além disso, optou-se por deixar uma pequena porcentagem de farinha de carne suína (3,6%), a fim de elevar o nível protéico da dieta, promover melhor equilíbrio de aminoácidos essenciais e servir como palatabilizante. Este percentual de inclusão foi determinado a partir dos resultados obtidos por Veiverberg et al. (2008), que observaram que dieta com 43,4% de farelo de soja e 3,6% de farinha de carne resultou em melhor desempenho dos juvenis.

Os resultados apresentados neste trabalho mostram que é possível utilizar farelos de origem vegetal na alimentação da carpa capim. A substituição feita pela mistura de fontes protéicas alternativas mostrou resultados promissores, diferentes daqueles trabalhos que tratam da substituição da farinha de peixe por apenas um alimento.

A disponibilidade de ingredientes alternativos garante à indústria de rações maiores possibilidades de formulações, em busca de menor custo sem alterar o resultado final, a produção de carne de peixe. A possibilidade de utilização destes ingredientes alternativos deve levar em consideração como valor nutricional, biodisponibilidade dos nutrientes, palatabilidade, fatores antinutricionais e toxidez, bem como disponibilidade e preço.

7 CONCLUSÕES GERAIS

- O nível mínimo de proteína para o máximo crescimento da carpa capim na fase de recria, nas condições do presente trabalho, é de 44%;
- A variação do nível de proteína da dieta promove alterações no metabolismo dos juvenis de carpa capim, refletido nos parâmetros sanguíneos e de carcaça;
- Farelo de canola e farelo de girassol podem ser utilizados em dietas para recria da carpa capim, quando for feita a suplementação com os aminoácidos essenciais limitantes, sem comprometer o crescimento.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIYAMA, D. M. The use of soy products and other plant protein supplements in aquaculture feeds. **American Soybean Association**. Disponível em <<http://www.asa-europe.org/pdf/useofsoy.pdf>>. 1991.
- AL HAFEDH, Y. S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, Oxford, v.30, n.5, p.385-393, May 1999.
- BIBIANO MELO, J. F. et al. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Revista Ciência Agroambiental**, Palmas, v.1, n.1, p.43-51, jan./jun. 2006a.
- BUENO, A. Resumo do fechamento do pregão futuro de soja, na Bolsa de Chicago (CBOT), em 6 de fevereiro de 2006. **SojaNet**, Rondonópolis, MT, 06 fev. 2006. Disponível em <<http://www.fundacaomt.com.br/sojanet/?id=30>>. Acesso em 19 dez. 2008.
- BUREAU, D. P.; et al. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.181, n.3-4, p.281-291, Jan. 2000.
- CAMARGO, J. B. J. et al. Criação de alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com ração e forragens cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.213-217, abr./jun. 2006.
- CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.4, p.237-236, jul./ago. 2005. Disponível em <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/024V2N4P221_234_JUL2005.pdf>
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola meal nutrient composition**. Disponível em <<http://www.canola-council.org/meal.html>>. 2007.
- CHILTON, N. W.; MUONEKE, M. I. Biology and management of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) for vegetation control: A North American perspective. **Reviews in fish biology and fisheries**, Netherlands, v.2, n.3, p.283-320, Sept. 1992.
- COSTA, M. L. et al. Juvenis de carpa capim alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arraçoamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.492-497, mar./abr. 2008.
- 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. **Aquaculture Research**, Oxford, v.32, n.5, p.349-356, May 2001.
- DERSJANT-LI, Y. The use of soy protein in aquafeeds. In: CRUZ-SUÁREZ, L. E., RICQUE-MARIE, D., TAPIA-SALAZAR, M., GAXIOLA-CORTÉS, M. G., SIMOES, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. **Memorias del VI Simposium Internacional de**

Nutrición Acuícola, 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. p.541-558, 2002.

DING, L. Grass carp, (*Ctenopharyngodon idella*). In: Wilson, R. P. **Handbook of requirements of finfish**. Boca Raton, USA: CRC Press, p.89-96, 1991.

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**, Oxford, v.34, n.13, p.1119-1127, Nov. 2003.

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

FAO Fisheries Department. **States of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper, Rome: FAO, n.500, 2006. 134 p.

FASAKIN, E. A.; SERWATA, R. D.; DAVIES, S. J. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.329-338, Sept. 2005.

de FRANCESCO, M. et al. Effect of high-level fish meal replacement by plant protein in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet quality traits. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.13, n.5, p.361-372, Oct. 2007.

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

FURUYA, V. R. B. et al. Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), en etapa juvenil. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.18, n.1, p.91-106, 2000.

GABER, M. M. The effects of plant-protein-based diets supplemented with Yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) fingerlings. **Journal of the World Aquaculture Society**, Oxford, v.37, n.1, p.74-81, Mar. 2006.

GATLIN III, D. M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.6, p.551-579, Apr. 2007.

GLENCROSS, B. D.; BOOTH, M.; ALLAN, G. L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture Nutrition**, v.13, n.1, p.17-34, Feb. 2007.

HASAN, M. R. Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the Third Millennium. In: SUBASINGHE, R.P. et al. (Eds.) *Aquaculture in the Third Millennium. Technical proceedings of the Conference on aquaculture in the Third Millennium*. Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. Rome: FAO, Bangkok: NACA, p.193-219, 2001.

HAKIM, Y. et al. Relationship between intestinal brush border enzymatic activity growth rate in tilapias fed diets containing 30% or 48% protein. **Aquaculture**, Amsterdam, v.257, n.1-4, p.420-428, June 2006.

HARDY, R. W.; BARROWS, F. T. Diet formulation and manufacture. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. 3rd Edition, USA: Elsevier Science, p.505-600, 2002.

HARPAZ, S.; JIANG, H.; SKLAN, D. Evaluation of silver perch (*Bidyanus bidyanus*, Mitchell) nutritional requirements during grow-out with high and low protein diets at two feeding levels. **Aquaculture Research**, Oxford, v.32, n.1, p.57-64, Jan. 2001.

HIGUERA, M. de la. et al. Liver and white muscle protein turnover rates in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects of dietary protein quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, n.1-4, p.203-216, Sept. 1999.

KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. **Aquaculture**, Amsterdam, v.129, n.1-4, p.347-372, Jan. 1995.

KHAN, M. A. et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.9, n.6, p.391-396, Dec. 2003.

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. **Aquaculture Research**, Oxford, v.35, n.13, p.1277-1285, Nov. 2004.

MARQUES, N. R. et al. Efeito de diferentes níveis de arraçamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.1, p.51-56, 2004.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Principles of Biochemistry**. 4 ed. New York: W. H. Freeman, 2004.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Fish**. Washington: National Academy Press, 1993.

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

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1273-1280, set./out. 2000.

PEZZATTO, L. E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p.75-169, 2004.

SAHA, S. et al. Characterization of cellulase-producing bacteria from the digestive tract of tilapia, *Oreochromis mossambica* (Peters) and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, n.4, p.380-388, Mar. 2006.

SANZ, F. Influence of Nutrition: bases, procedures and economic implications. In: **Global quality assessment in Mediterranean aquaculture**. Workshop of the CIHEAM Networks on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM) and Socio-Economic and Legal aspects of Aquaculture in the Mediterranean, 1999, Barcelona. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.51, p.37-39, 2000.

SANZ, A. et al. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. **Aquaculture**, Amsterdam, v.128, n.3-4, p.287-300, Dec. 1994.

SANZ, A.; GARCÍA GALLEGO, M.; HIGUERA, M. de la. Protein nutrition in fish: protein/energy ratio and alternative protein sources to fish meal. **Journal of Physiology and Biochemistry**, Navarra, v.56, n.3, p.275-282, 2000.

SILVEIRA, L. Biodiesel aumenta embarque de farelo e óleo. **Biodieselbr Online**, Curitiba, 20 jul. 2007. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/biodiesel-aumenta-embarque-farelo-oleo-20-07-07.htm>>. Acesso em 19 dez. 2008.

SOARES, C. M. et al. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.15-22, jan./fev. 2000.

SOARES, C. M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1172-1177, jul/ago. 2001.

SOUZA, S. R. et al. Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.1, p.21-28, jan. 2004.

STROBAND, H. W. J. Growth and diet dependant structural adaptations of the digestive tract in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val.). **Journal of Fish Biology**, v.11, n.2, p.167-174, Aug.1977.

TACON, A. G. J. Feed formulation and on-farm feed management. In: NEW, M.B.; TACON, A.G.J.; CSAVAS, I. (Eds.) Farm-made aquafeeds. **Proceedings of the FAO/ AADCP Regional Expert Consultation on Farm-Made Aquafeeds**, 14-18 December 1992, Bangkok, Thailand. Bangkok: FAO-RAPA/AADCP, p.61-74, 1993.

TACON A. G. J. Fishmeal replacers: Review of antinutrients within oilseeds and pulses - A limiting factor for the aquafeed Green Revolution? In: TACON A.G.J.; BASURCO B. (ed.) **Feeding tomorrow's fish**. Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), 1997, Zaragoza. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.22, p.153-182, 1997.

THIESSEN, D. L. et al. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, v.10, n.6, p.379-388, Dec. 2004.

TIAN, L. X.; LIU, Y. J. Utilization of glucose and cornstarch by juvenile grass carp. **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, v.66, n.141-145, Apr. 2004.

VEIVERBERG, C. A. et al. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.3, p.463-472, 2008.

VIEIRA, V. P.; INOUE, L. A. K.; MORAES, G. Metabolic responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) to dietary protein level. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, Amsterdam, v.140, n.3, p.337-342, Mar. 2005.

WANG, S. et al. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.419-429, Sept. 2005.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, Oxford, v.68, n.2, p.242 – 252, Apr. 2002.

WEBSTER, C. D. et al. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. **Aquaculture**, Amsterdam, v.150, n.1-2, p.103-112, Apr. 1997.

WILSON, R. P. Aminoacids and protein. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. 3rd Edition, USA: Elsevier Science, p.144-175, 2002.

WURTS, W. A. Sustainable aquaculture in the twenty-first century. **Reviews in Fisheries Science**, Texas, v.8, n.2, p.141-150, Apr. 2000.