

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM RAÇÕES PARA TILÁPIA-DO-NILO

Manoel Joaquim Peres Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Setembro - 2012**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM RAÇÕES PARA TILÁPIA-DO-NILO

Artigo 01 - Uso do concentrado proteico de soja em substituição a farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia-do-nilo

Artigo 02 – Uso do concentrado proteico de soja em substituição a farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia-do-nilo.

Manoel Joaquim Peres Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Setembro - 2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

R384c

Ribeiro, Manoel Joaquim Peres

Concentrado proteico de soja em rações para tilápia do Nilo / Manoel

Joaquim Peres Ribeiro. – São Paulo, 2012.

vii, 50f. ; il. ; gráf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.

Orientador: Giovani Sampaio Gonçalves

1. Nutrição. 2. Proteína. 3. Farinha de peixe. 4. Concentrado protéico de soja.
5. Tilápia do Nilo. I. Gonçalves, Giovani Sampaio. II. Título.

CDD 639

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**“Concentrado protéico de soja em rações para
tilápia-do-nylo”**

AUTOR: Manoel Joaquim Peres Ribeiro

ORIENTADOR: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves



Prof. Dr.ª Rose Meire Vidotti



Prof. Dr. Nilton Ishikawa

Data da realização: 27 de setembro de 2012



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

DEDICATÓRIA

*A minha família, meu braço forte
em todas as jornadas.*

“A grandeza de um homem é a grandeza de seu coração”.

Alguém muito sábio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida.

A Jesus, Maria e José, pela minha família, pois sem ela não conseguiria saltar o menor dos obstáculos.

A minha família, pelo apoio e amor incondicional que me proporcionaram durante toda minha jornada.

Ao meu orientador, Dr. Giovani Sampaio Gonçalves, pelos inúmeros ensinamentos e auxílios a mim prestados, pela dedicação e paciência a mim oferecidas e pela amizade que fica.

Ao Instituto de Pesca – SP/APTA/SAA, pela oportunidade dos estudos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Aos (as) pesquisadores (as), Dra. Helenice, Dra. Margarete, Dr. Nilton, Dr. Eduardo e Dr. Fernando e aos funcionários Julia, Elizabeth, Rosana e Pedro, do Instituto de Pesca – São José do Rio Preto – SP, pela indispensável ajuda na realização dos experimentos, pelos “papos” na hora do café e pela amizade.

A Fazenda experimental/APTA/SAA – UPD de São José do Rio Preto – SP pela moradia. E seus pesquisadores: Dr. José Coutinho, Dr. Roberto, Dr. Célio, Dr. Edmar, Dr. Marcelo, Dra. Rose, Dra. Wignês e Dra. Tatiana e funcionários: Célia, Cecília, Lenita, Luiz, Julio, Valter, Felipe, Rogério, Mirivaldo, Hélio, Moacir, José Aparecido, Nilson e Kita, pelo apoio e amizade.

Ao Grupo de Estudos em Aquicultura – GEMAQ e Universidade Federal do Oeste do Paraná – UNIOESTE – PR, em nome dos Professores: Dr. Wilson Boscolo, Dr. Aldi Feiden e Dr. Altevir Signor, pela colaboração em meu estágio de ciência, pela receptividade, ajuda e amizade de todo grupo.

A fábrica de rações Raguife, pela colaboração e realização das análises feitas em seu laboratório.

Ao meu Tio Roberto e minha Tia Maria Ângela, pela moradia, foram meses ótimos. Obrigado pelos conselhos e conversas, sempre acompanhadas de um bom “café”.

Aos meus irmãos e amigos André Canal e Matheus Sticca, companheiros de república. Receberam-me de braços abertos me fazendo sentir mais perto de casa.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO GERAL	ix
PALAVRAS-CHAVE.....	ix
ABSTRACT.....	x
KEY WORDS.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
EXIGENCIA NUTRICIONAL DA TILÁPIA QUANTO À PROTEINA E AMINOÁCIDOS.....	13
CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA E FARINHA DE PEIXE COMO FONTES PROTEICAS EM RAÇÕES PARA PEIXES.....	14
OBJETIVO GERAL:	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	17
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO 01- CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO A FARINHA DE PEIXE EM RAÇÕES PARA ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO ...	19
RESUMO.....	20
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL DE MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO 02 – O CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO A FARINHA DE PEIXE EM RAÇÕES PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO	38
RESUMO.....	39
PALAVRAS-CHAVE.....	40
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS	46
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56

LISTA DE TABELAS

Artigo 01

- Tabela 01.** Composição percentual das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para alevinos de tilápia-do-nilo.....19
- Tabela 02.** Composição bromatológica das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para alevinos de tilápia-do-nilo.....21
- Tabela 03.** Valores de desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja.....23
- Tabela 04.** Custos de produção de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja.....28

Artigo 02

- Tabela 01.** Composição percentual das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para juvenis de tilápia-do-nilo.....38
- Tabela 02.** Composição bromatológica das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para juvenis de tilápia-do-nilo.....40
- Tabela 03.** Valores de desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja.....41
- Tabela 04.** Valores de índice hepatosomático (IHS), índice víscerosomático (IVS), índice de gordura visceral (IGV) e extrato etéreo do fígado (EEF) de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão da proteína do concentrado proteico de soja em substituição a proteína da farinha de peixe.....42

RESUMO GERAL

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de tilápia-do-nylo alimentadas com rações nas quais a proteína da farinha de peixe (FP) foi substituída pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC). Os estudos foram realizados no laboratório de nutrição de peixes do Instituto de Pesca – São José do Rio Preto – SP. Foram realizados dois experimentos: O primeiro com alevinos de tilápia-do-nylo distribuídos em 25 tanques de PVC e um segundo experimento utilizando juvenis de tilápia-do-nylo distribuídos em 24 tanques de PVC, ambos com capacidade para 310L em sistema fechado de recirculação de água com controle de temperatura, luminosidade, sistema de aeração, filtragem física e biológica. Para os experimentos, foram processadas rações com diferentes níveis de substituição da FP de peixe pela proteína do SPC, em um delineamento inteiramente casualizado. O período experimental foi de 60 dias para os alevinos e 73 dias para os juvenis, ao final de cada experimento foram avaliados os parâmetros de desempenho produtivo, peso final, ganho em peso, conversão alimentar, consumo de ração, comprimento final, taxa de crescimento específico, custo de produção das rações, custo de produção dos alevinos e análise corporal dos juvenis. Os resultados de desempenho dos alevinos apresentaram uma melhora significativa ($P < 0,05$) para os valores de ganho em peso e conversão alimentar, demonstrando que a substituição da FP pela proteína do SPC em níveis crescentes proporciona melhores valores para estas variáveis. Em relação ao parâmetro de comprimento final, taxa de crescimento específico e consumo de ração, foram obtidos melhores valores ($P < 0,05$) com a substituição de 68,65% da proteína da farinha de peixe pela proteína do SPC, valor este determinado por meio da análise de Linear response plateau. Os resultados de desempenho dos juvenis não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), demonstrando que a substituição da FP pelo SPC não prejudicou o desempenho dos juvenis, contudo, as análises corporais demonstraram uma diminuição no índice hepatossômico no tratamento com 40,0% de inclusão do SPC em relação ao tratamento controle. Para os dois experimentos observou-se que as rações contendo 100,0% de inclusão do SPC podem ser mais viáveis economicamente. Os resultados obtidos demonstram que a proteína do SPC pode substituir a FP em rações para alevinos de tilápia-do-nylo de forma a melhorar seus índices de desempenho.

PALAVRAS-CHAVE

Nutrição, proteína, farinha de peixe, concentrado proteico de soja.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance of Nile tilapia fed diets in which fishmeal protein (FM) has been replaced by protein from soy protein concentrate (SPC). The studies were conducted in the laboratory of fish nutrition of the Fisheries Institute - São José do Rio Preto - SP. Two experiments were carried out: The first with fingerlings of Nile tilapia distributed in 25 tanks of PVC and a second experiment using juvenile Nile tilapia distributed in 24 tanks of PVC, both with a capacity of 310L in a closed system of water recirculation with controlled temperature, light, aeration, biological and physical filtration. For the experiments, were processed diets with different concentrations of substitution FM protein by SPC protein, in a completely randomized design. The experimental lasted 60 days for the fingerlings and 73 days for juveniles. At the end of each experiment were evaluate the performance parameters, final weight, weight gain, feed intake, final length, specific growth rate, production cost of feed, fingerling's cost production and juvenile's body analysis. The performance results of fingerlings showed significant improvement ($P < 0.05$) for the values of weight gain and feed conversion, demonstrating that the replacement of FM protein by SPC protein in increasing levels provides the better values for these variables. Regarding the final length parameter, specific growth rate and feed intake were obtained better values ($P < 0.05$) with the substitution of 68.65% fishmeal protein by SPC, a value determined through the linear response plateau analysis. The results of juvenile's performance showed no significant difference ($P > 0.05$), demonstrating that the substitution of FM by SPC did not affect the performance of juveniles, however, the body analysis showed a decrease in hepatosomatic index of treatment with 40.0 % inclusion of SPC in relation to the control treatment. For the two experiments was observed that, diets containing 100.0% inclusion of SPC may be more economically viable. The results demonstrate that the protein of SPC can replace the protein of FM in diets for fingerlings and juvenile of Nile tilapia in order to improve their performance index.

KEY WORDS

Nutrition, protein, fishmeal, soy protein concentrate

INTRODUÇÃO GERAL

Em 2009, observou-se que a produção mundial de pescado foi de 145 milhões de toneladas, sendo que 38,0% decorrente da aquicultura e o restante, proveniente da pesca (FAO, 2010). No Brasil, a produção de pescado, em 2010, chegou a 1.264,765 t, sendo que a atividade aquícola colaborou com 31,2% deste total (MPA, 2012). No âmbito regional, a produção aquícola se encontra ascendente em todo o Brasil, por exemplo, no estado de São Paulo, a aquicultura apresenta um expressivo crescimento, sendo responsável pela segunda maior produção de pescado do país, totalizando 45,084 t/ano (MPA, 2012).

A criação de tilápia merece destaque, pois chegou a 155 mil t/ano, representando 39,0% do total de pescado cultivado, o que proporcionou uma elevação de 71,4% na piscicultura em 2010, comparada a taxa de 2008 (MPA, 2012). Este peixe possui características vantajosas para o cultivo, tais como: plasticidade, rusticidade, precocidade, facilidade de comercialização, facilidade de adaptação às condições adversas de cultivo, filé de alta qualidade, resistência ao estresse, às parasitoses e a presença de poluentes de natureza variada (EL-SAYED, 2006).

Apesar de ter um rendimento de filé não muito expressivo de aproximadamente 33,0% (SOUSA et. al., 1999), este contém características organolépticas que o torna preferido pelos consumidores tais como: sabor suave e coloração branca, além da ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” o que o deixa atrativo e com um ótimo valor de mercado.

Segundo FIRETTI et al. (2007), a produção de tilápia está se tornando uma linha sólida do agronegócio brasileiro, devido à alta produtividade e ao retorno financeiro garantido. Esta profissionalização da atividade iniciou-se com a transformação de uma categoria mais amadora em verdadeiras indústrias do pescado.

Uma das matérias-primas mais eficiente na composição das dietas dos peixes é a farinha de peixe (FP). Ela contém uma boa quantidade de proteína bruta (54%), e um balanço aminoacídico excelente proporcionando máximo aproveitamento, além de fornecer alta palatabilidade. Segundo a FAO (2009), nas últimas décadas, a produção de farinha de peixe tem se mantido estável,

em torno de seis milhões de toneladas por ano, o que tem elevado seu custo devido a uma crescente exponencial de seu consumo.

Os nutricionistas deparam-se com o desafio de produzir dietas economicamente viáveis para a piscicultura e que atendam às exigências de manutenção e produção, substituindo ingredientes importantes nas formulações, como a proteína, que tem importância como nutriente e também no custo da ração (SUSSEL, 2008).

A vantagem de se trabalhar com espécies onívoras, como a tilápia, é que estas possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de dietas com elevadas percentagens de ingredientes vegetais, pois utilizam melhor os carboidratos (KUBARIK, 1997). Nestas circunstâncias, o farelo de soja é bastante empregado em rações como sucedâneo da farinha de peixe (FERNANDES et al., 2001; CHOU et al., 2004; FABREGAT et al., 2006), pois contém cerca de 46,0% de proteína bruta e apresenta um perfil de aminoácidos, além de boa digestibilidade.

Este perfil aminoacídico refere-se principalmente a lisina, ao triptofano, a fenilalanina e a leucina, sendo por isso muito apreciada pelos nutricionistas, embora seja deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). Para a maioria das espécies animais (LOVELL, 1985), contudo, esta proteína é especial por atender aos seguintes requisitos nutricionais básicos: digestibilidade elevada e balanço adequado de aminoácidos essenciais, sendo ainda, em alguns casos, considerada análoga à da carne e do leite, mesmo para a nutrição humana (TAKAHASHI, 2005).

O valor nutricional da soja, entretanto, é limitado pela presença de diversos fatores antinutricionais. Entre estas substâncias que produzem efeitos prejudiciais destacam-se os inibidores de proteases (tripsina e quimiotripsina), as hemaglutininas (lectinas), os compostos fenólicos (taninos), as antivitaminas, os quelantes de metais e alguns glicosídeos (saponinas) (MARTINS, 2011).

Muitos estudos vêm demonstrando resultados promissores na utilização de farelo de soja na nutrição de organismos aquáticos quando as limitações em aminoácidos são suplementadas (LIM et al., 2004). A utilização de aminoácidos industriais tem permitido a elaboração de dietas com melhor balanceamento de aminoácidos (FURUYA et al., 2005), assim como o aperfeiçoamento de novas

técnicas de produção, melhorando também as questões de palatabilidade e disponibilidade de nutrientes.

EXIGENCIA NUTRICIONAL DA TILÁPIA QUANTO À PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

Proteínas e aminoácidos são moléculas importantes devido a seus papéis na estrutura e metabolismo de todos os seres vivos. Peixes e camarões não sintetizam todos os aminoácidos, os adquirindo invariavelmente de suas dietas através do consumo de proteínas e mixes de aminoácidos (NRC, 2011).

Dentre as diversas funções das proteínas, podemos destacar a catálise de transformação química, o transporte, o controle metabólico e contração, a formação de fibras musculares, a função estrutural como constituinte da matriz óssea, o componente enzimático, a função protetora como as imunoglobulinas e a participação no metabolismo hormonal, além de outras funções mais específicas aqui não citadas (DEVLIN, 2003).

As dietas comerciais para tilápias possuem de 24,0 a 56,0% de proteína bruta, o que implica em elevada participação de ingredientes proteicos que correspondem a mais de 50,0% de seu custo (GONÇALVES, 2007). Por esse motivo, sua exigência tem sido determinada por diversos autores com a finalidade de aperfeiçoar esta utilização, como em PEZZATO et al. (1986) e em SILVA et al. (1989), que encontraram, em experimentos com alevinos de tilápia-do-nilo, exigências de 28,0 e 34,0% de PB, respectivamente. AL HAFEDH (1999), avaliou diferentes níveis de proteína em quatro fases de crescimento desta espécie, e determinou exigência de 30,0% de PB para esses peixes na fase adulta. FURUYA et al. (2000) e EL-SAIDY & GABER (2005) constataram exigência de 32,0 e 25,0% de PB, respectivamente, para alevinos e juvenis dessa espécie.

Com relação aos aminoácidos essenciais, a tilápia exige dez diferentes tipos em sua dieta, sendo eles: arginina (1,2%), fenilalanina (1,1%), histidina (1,0%), isoleucina (1,0%), leucina (1,9%), lisina (1,6%), metionina (0,7%), metionina + cistina (1,0%), treonina (1,1%), triptofano (0,3%) e valina (1,5%) (NRC, 2011).

Para alevinos de tilápia-do-nilo as exigências nutricionais determinadas são: energia digestível (4007 Kcal); proteína bruta (41,30%); proteína digestível

(38,60%); lisina (2,20%); metionina (0,75%); metionina+cistina (1,32%); treonina (1,70%); arginina (1,81%); fenilalanina+tirosina (2,38); histidina (0,75%); isoleucina (1,34%); leucina (1,46%); triptofano (0,43%); valina (1,20%) (FURUYA, 2010).

A lisina está presente em elevada proporção no tecido muscular da tilápia, sendo o aminoácido essencial presente em maior proporção, tanto no corpo como no filé (TEIXEIRA et al., 2008), e sua exigência média é de 5,8% da proteína da ração (GONÇALVES et al., 2009). Sua suplementação garante aumento no ganho de peso, melhora na conversão alimentar, aumento na retenção de nitrogênio e redução no conteúdo de lipídios na carcaça (FURUYA, 2010).

A metionina, geralmente, é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de proteína dos subprodutos da soja para peixes (FURUYA et al., 2001). Assim, as exigências dietéticas de metionina + cistina para tilápia-do-nilo podem variar em torno de 60,0% da lisina (FURUYA et al., 2001; BOMFIM et al., 2008; QUADROS et al., 2009), com o mínimo de 0,54% de metionina na dieta (FURUYA et al., 2004).

CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA E FARINHA DE PEIXE COMO FONTES PROTEICAS EM RAÇÕES PARA PEIXES.

A FP é considerada a principal fonte de proteína na dieta de organismos aquáticos, por apresentar ótimo valor nutricional e bom perfil de aminoácidos essenciais (PEZZATO et al., 2002). Historicamente, é considerada ingrediente padrão em dietas para organismos aquáticos, podendo apresentar diferenças significativas na quantidade e qualidade de seus nutrientes devido à origem da matéria prima e ao processo empregado para sua obtenção (ALLAN et al., 2000).

O elevado aumento da demanda por FP, no entanto, associada a uma baixa produção global e a um elevado custo na última década, levou a necessidade de se buscar uma fonte alternativa de proteína de qualidade para a nutrição na aquicultura (NGANDZALI et al., 2011).

O farelo de soja é um ingrediente muito utilizado em dietas experimentais na aquicultura (ALVAREZ et al., 2007; AMAYA et al., 2007), entretanto, possui fatores antinutricionais, baixa palatabilidade e deficiência em

alguns aminoácidos (metionina) e ácidos graxos essenciais (ácido eicosapentóico e ácido docosaheptanoico). Fato esse que não prejudica sua utilização nas rações para peixe devido às altas temperaturas em que as batidas são cozidas no momento da extrusão das rações, eliminando assim, boa parte destes fatores (DAVIS & ARNOLD, 2000; GATLIN et al., 2007).

Por outro lado, ingredientes derivados da soja, como o SPC, possuem benefícios sobre o farelo de soja, como por exemplo, boa formatação dos aminoácidos, boa digestibilidade de proteínas e energia, e melhor palatabilidade (CRUZ-SUÁREZ et al., 2009; GATLIN et al., 2007).

Comparado a outros produtos da soja, especialmente ao farelo de soja (FS), o concentrado proteico de soja (SPC) apresenta inúmeras vantagens para a utilização em rações na aquicultura e frequentemente está sendo comparado a uma fonte de proteína igual ou superior a FP (PFEFFER & BECKMANN-TOUSSAINT 1991; DAVIES & MORRIS 1997).

O SPC é obtido através da remoção do óleo e da fração não proteica solúvel em água, através de uma lavagem com etanol ou hexano, extraíndo açúcares não digestíveis (rafinose e estaquiose) presentes na soja. A lavagem com solução alcoólica propicia a remoção e a desnaturação dos fatores antinutricionais da soja como os antígenos e os fito-hormônios, a eliminação de lipídeos residuais resultando em um produto com aroma e sabor suaves, melhorando a palatabilidade (CARVALHO, 2011).

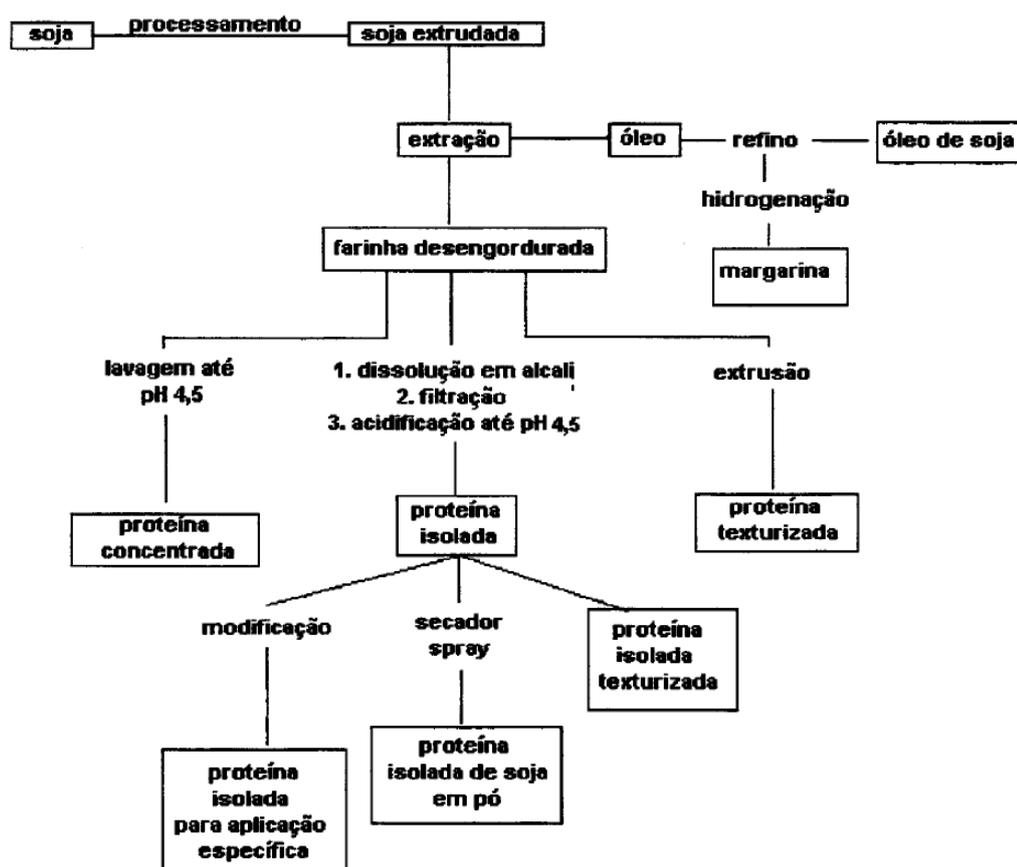
No esquema apresentado na figura 01, podemos observar o processamento para obtenção do SPC, sua proteína apresenta características nutricionais e econômicas que possibilitam sua utilização como matéria prima em rações para a aquicultura, possibilitando a substituição de outras fontes proteicas nas formulações (RIBEIRO et al., 2012).

Os valores nutricionais do farelo de soja podem ser melhorados com a fragmentação para a produção de CPS, que contém aproximadamente 70,0% de proteína bruta (VIELMA et al., 2000). Além disso, as concentrações de fatores antinutricionais são mais baixos do que as do farelo de soja (BUREAU et al., 1998; DENG et al., 2006; REFSTIE et al., 2001).

O concentrado proteico de soja é uma ótima fonte de proteína, e sua utilização em dietas para várias espécies de peixe já foram reportadas (DENG et al., 2006; SALZE et al., 2010). Porém, este ingrediente possui deficiência em

alguns aminoácidos essenciais, como a metionina, segundo KAUSHIK et al. (1995).

Figura 01. Esquema simplificado demonstrando o processamento para obtenção do concentrado proteico de soja.



Fonte: Potter e Hotchkiss (1997).

Entretanto, KAUSHIK et al. (1995) que trabalharam com trutas arco-íris *Onchorhynchus mykiss*, e CAI E BURTLE (1996) que estudaram o bagre norte-americano *Ictalurus punctatus* demonstraram que com a suplementação de aminoácidos, quando se utiliza o SPC para substituir as farinhas, obteve-se ganho em peso similar.

Em outros casos, nos quais foram utilizados o concentrado proteico de soja obteve-se rápido crescimento em salmão do Atlântico (STOREBAKKEN, et al., 1998) com substituição de 75,0% de farinha de peixe por SPC. Para juvenis de carpa (ESCAFFRE et al., 1997) e Yellowtail (TAKII et al., 1990) baixos

níveis de substituição de SPC (40,0 e 20,0%, respectivamente) foram suficientes para um crescimento satisfatório.

Em rações onde ocorre a suplementação de L-Metionina, o SPC demonstrou ser possível uma substituição de 100% da farinha de peixe em dietas para truta arco-íris (KAUSHIK et al., 1995). Segundo BARROWS et al. (2007) e STOREBAKKEN et al., (1998 e 2000) o crescimento da truta arco-íris é pouco influenciado com a inclusão do concentrado proteico em sua dieta.

OBJETIVO GERAL:

1. Avaliar a substituição de proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja em rações para tilápia-do-nilo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Avaliar por meio do desempenho zootécnico, a redução da inclusão da farinha de peixe em rações para tilápia-do-nilo determinando o nível ótimo de substituição pelo concentrado proteico de soja.
2. Calcular o custo de produção de juvenis com base nas rações experimentais e seus respectivos desempenhos zootécnicos.

REFERÊNCIAS

- AL-HAFEDH, Y.S. 1999 Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 30: 385-393.
- ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M.A., STONE, D.A.J., ROWLAND, S.J., FRANCES, J. & WARNER-SMITH, R. 2000 Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, 186: 293-310.
- ALVAREZ, J.S., HERNÁNDEZ-LLAMAS, A., GALINDO, J., FRAGA, I., GARCÍA, T., VILLARREAL, H. 2007 Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti*. *Aquaculture Research*, 38, 689–695.
- AMAYA, E., DAVIS, D.A., ROUSE, D. 2007 Replacement of fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262: 393–401.
- BARROWS, F.T., GAYLORD, T.G., STONE, D.A.J., SMITH, C.E. 2007 Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology, and plasma amino acid concentration of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, 38: 1747–1758.
- BOMFIM, M.A.D.; E.A.T LANNA, J.L. DONZELE, A.S. FERREIRA, F.B. RIBEIRO, e S.S. TAKISHITA. 2008a Exigências de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 783-790.
- BUREAU, D.P., HARRIS, A.M. & CHO, C.Y. 1998 The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 161: 27–43.
- CAI, Y. J., AND G. J. BURTLE. 1996 Methionine requirement of channel catfish fed soybean meal-corn-based diets. *J. Anim. Sci.* 74: 514–521.
- CARVALHO, R.A.P.L.F. 2011 *Avaliação da composição de ingredientes selecionados para a substituição da farinha de peixe em dietas para juvenis de Litopenaeus vannamei* 258f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- CHOU, R. L.; HER, B. Y.; SU, M. S.; HWANG, G.; WU, Y. H.; CHEN, H. Y. 2004 Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 229: 325-333.
- CRUZ-SUÁREZ, L.A., TAPIA-SALAZAR, M., VILLARREAL-CAVAZOS, D., BELTRAN-ROCHA, J., NIETO- LÓPEZ, M.G., LEMME, A., RICQUE-MARIE, D. 2009 Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*, 292: 87–94.
- DAVIES, S.J., MORRIS, P.C. 1997 Influence of multiple amino acid supplementation on the performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed soya based diets. *Aquaculture Research* 28: 65–74.
- DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R. 2000 Replacement of fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 185: 291–298.
- DENG, J., MAI, K., AI, Q., ZHANG, W., WANG, X., XU, W., LIUFU, Z. 2006 Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake

- and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 258: 503–513.
- DEVLIN, T.M. *Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas*. 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 1084p.
- EL-SAYDI, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. 2005 Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, cultured in concrete tanks. *Aquaculture Research*, 36: 163-171,.
- EL-SAYED, A.-F.M. 2006 *Tilapia culture*. Wallingford, UK: CABI Publishing. chap.8, p.139-159.
- ESCAFFRE, A.M., INFANTE, J.L.Z., CAHU, C.L., MAMBRINI, M., BERGOT, P. & KUSHIK, S.J. 1997 Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp *Cyprinus carpio* based on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 153: 63–80
- FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K; RODRIGUES, L. A. R.; RIBEIRO, F. A.; SAKOMURA, N. K. 2006 Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari *Astronotus ocellatus*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 28: 477-482.
- FAO – The State of world Fisheries and Aquaculture 2010. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e01.pdf> acessado em 20 jul. 2012. 2010
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. 2001 Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30: 617-626.
- FIRETTI, R.; GARCIA, S.M.; SALES, D.S. *Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura*. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Planejamento/Index.htm Acesso em 13 fev. 2011.
- FURUYA W.M, Tabela brasileira para nutrição de tilápias, 2010, 97p.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al. 2005 Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 1433-1441, 2005.
- FURUYA, W.M.; C. HAYASHI, V.R.B. FURUYA, P.R. NEVES, L.C.R. SILVA, e D. BOTARO. 2001 Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. *Acta Scientiarum* 23: 885-889
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al., 2000. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29: 1912-1917.
- FURUYA, W.M.; L.C.R. SILVA, P.R. NEVES, D. BOTARO, E.S. SAKAGUTI, e V.R.B. FURUYA. 2004 Exigências de metionina + cistina para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). *Ciência Rural* 34: 1933-1937.
- GATLIN, D.M., BARROWS, F.T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T.G., HARDY, R.W., HERMAN, E., HU, G., KROGDAHL, Å., NELSON, R., OVERTURF, K., RUST, M., SEALEY, W., SKONBERG, D., SOUZA, E.J., STONE, D., WILSON, R., WURTELE, E. 2007 Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38: 551–579.

- GONÇALVES, G.S. Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo. 2007. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de aquicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista.
- GONÇALVES, G.S.; L.E. PEZZATO, M.M. BARROS, L. TACHIBANA, M.J.S. ROSA, e I. GUIMARÃES 2009 Relação lisina digestível: proteína digestível em rações para tilápias do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 2299-2305.
- KAUSHIK, S.J., CRAVEDI, J.P., LALLÈS, J.P., SUMPTER, J., FAUCONNEAU, B., LAROCHE, M. 1995 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* 133: 257–274.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. *Feed International*, v.6, p.16-18, 1997.
- LIM, S.R., CHOI, S.M., WANG, X.J., KIM, K.W., SHIM, I.S., MIM, T.S., BAI, S.C. 2004 Effects of dehulled soybean meal as a fish meal replacer in diets for fingerling and growing Korean rockfish *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture* 231: 457–468.
- LOVELL, R. M. *Aquaculture and soybean*. *Aquaculture Magazine*, Dec. 1985.
- MARTINS, G., P. 2011 Soja crua em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), dissertação de mestrado apresentado no programa de pós graduação em aquicultura pel. .
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC 2011 *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, D.C.: 376p
- NGANDZALI, B.O., ZHOU, F., XIONG, W., SHAO, Q.J., XU, J.Z. 2011 Effect of dietary replacement of fish meal by soybean protein concentrate on growth performance and phosphorus discharging of juvenile black sea bream, (*Acanthopagrus schlegelii*) *Aquaculture nutrition*, 17: 526-535
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. 2002 Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 1595-1604.
- PEZZATO, L.E.; PACKER. I.V.; PEZZATO, A.C. et al. 1986 Efeito de níveis de proteína sobre o crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetida a reversão sexual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5. , 1986, Cuiabá. Anais... Cuiabá: 1986, p.70-71.
- PFEFFER, E. & BECKMANN-TOUSSAINT, J. 1991 Hydrothermically treated soy beans as source of dietary protein for rainbow trout, *Salmo gairdneri*, R. *Arch. Anim. Nutr.*, 41: 223–228.
- POTTER, N.N.; HOTCHKISS, J.H. *Food Science*. Ed. 5. New York: ed. Chapman & Hall, 1997. 608p.
- QUADROS, M.; E.A.T. LANNA, J.L. DONZELE, M.L.T. ABREU, F.B. RIBEIRO, and S.S. TAKISHITA 2009 Crude protein reduction and digestible methionine+cystine and threonine to digestible lysine ratios in diets for Nile tilapia fingerlings *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 1400-1406.
- REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G. & ROEM, A.J. 2001 Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*, 193: 91–106.

- RIBEIRO, M.J.P, FERREIRA, L.A.A., VIDOTTI, R.M, GONÇALVES, G.S., 2012 Substituição de farinha de peixe por concentrado proteico de soja em rações para larvas de tilápia do Nilo. Anais... Aquaciência 2012.
- SALZE, G., MCLEAN, E., BATTLE, P.R., SCHWARZ, M.H., CRAIG, S.R., 2010. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 298: 294–299.
- SILVA, S.S.; GUNASEKARA, R.M.; ATAPATU, D. 1989 The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost of dietary protein levels. *Aquaculture*, 80: 271- 284.
- SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M. ; KRONKA, S.N. 1999 Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28: 1-6, 1999.
- STOREBAKKEN T., SHEARER K.D. & ROEM A.J. 1998 Availability of protein, phosphorous and other elements in Fish meal, soy-protein concentrate and phytase treated soy protein based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 161: 365-379.
- STOREBAKKEN, T., SHEARER, K.D. & ROEM, A.J. 2000 Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy-protein concentrate as the main sources of protein. *Aquacult. Nutr.*, 6:103–108
- SUSSEL, F.R. 2008 *A cadeia da tilápia se organiza*. In: ANUALPEC 2008: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: AgraFNP.
- TAKAHASHI N., S., Instituto de Pesca – SP, Informe online, setembro 2005 <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/nutricao_peixes.pdf>; Acesso em 13 fev. 2011
- TAKII, K., SHIMENO, S., NAKAMURA, M., ITOH, Y., OBATAKE, A., KUMAI, H., TAKEDA, M., 1990. Evaluation of soy protein concentrate as a partial substitute for fish meal protein in practical diet for yellowtail. In: Takeda, M., Watanabe, T. _Eds., *The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture*. Tokyo Univ. Fisheries, Tokyo, Japan, pp. 281–288.
- TEIXEIRA, E.A.; D.V. CREPALDI, P.M.C. FARIA, L.P. RIBEIRO, D.C. MELO, e A.C.C. EULER. 2008. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9: 239-246.
- VIELMA, J., MÄKINEN, T., EKHOLM, P., KOSKELA, J., 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. *Aquaculture* 183: 349–362.

**CAPÍTULO 01 – CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO
A FARINHA DE PEIXE EM RAÇÕES PARA ALEVINOS DO NILO**

RESUMO

Um experimento com o objetivo de avaliar a substituição da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC) em rações para alevinos de Tilápia-do-nilo foi realizado utilizando 625 alevinos com peso inicial de 0,21g, distribuído em 25 tanques de PVC de 310L em um sistema com recirculação de água. Avaliou-se peso final (PF), comprimento final (CF), ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (SOB) e os custos de produção dos alevinos. Uma ração controle com 50,0% de proteína bruta (PB) foi utilizada sendo metade desta proteína constituída de FP e ausente de SPC e outras quatro rações substituindo a proteína da FP pela proteína do SPC (25,0; 50,0; 75,0 e 100,0%). Para as análises estatísticas, utilizou-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 1995) sendo os resultados submetidos à análise de variância e quando observada diferença ($P < 0,05$) a estimativa do melhor valor de substituição foi realizada por meio de regressão polinomial e LRP (Linear Response Plateau). Os resultados demonstraram uma melhora ($P < 0,05$) apresentando regressão linear para o ganho em peso e conversão alimentar à medida que se aumentou a substituição da FP pelo SPC. Para os índices de CF, CR, TCE o melhor ponto de substituição ficou em 68,65%. Estes resultados caracterizam a possibilidade de utilização do SPC em substituição à FP como uma alternativa em formulações de ração para alevinos de tilápia-do-nilo.

Palavras-Chave: Proteína, farinha de peixe, concentrado proteico de soja, tilápia do Nilo,

*Corresponding author. Fone: +55 1732321777
E-mail: ribeiromjp@gmail.com (M. Ribeiro).

INTRODUÇÃO

Uma das matérias-primas utilizadas na composição das rações é a farinha de peixe (FP), esta contém em média 55,0% PB, além de um balanço aminoacídico excelente e alta palatabilidade. De acordo com a FAO (2009), nas últimas décadas, a produção de FP tem se mantido estável, em torno de seis milhões de toneladas por ano, e sua utilização cresce

exponencialmente, o que tem elevado seu custo pela baixa oferta do produto. Contudo alternativas para a substituição da FP podem ser encontradas com a utilização de fontes vegetais, em seus grãos e derivados. (Hardy, 2010)

Nesse sentido, o farelo de soja contém cerca de 44,0 a 46,0% PB, apresenta boa digestibilidade, adequada composição em aminoácidos, particularmente lisina, triptofano, fenilalanina e leucina (Alvarez et al., 2007), sendo por isso muito apreciada pelos nutricionistas, embora seja deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), para a maioria das espécies animais. (Gatlin et al., 2007)

O valor nutricional da soja, entretanto, é limitado pela presença de diversos fatores antinutricionais. Entre as substâncias que produzem efeitos prejudiciais destacam-se os inibidores de proteases, as lecitinas, o ácido fítico, as saponinas, e as antivitaminas. (Francis et al., 2001).

Os valores nutricionais do farelo de soja podem ser melhorados com a fragmentação para a produção de SPC (concentrado proteico de soja), que contém até 70,0% de proteína bruta (Vielma et al., 2000), é principalmente obtido através de extração alcoólica (Riche et al., 2011), sendo que este processo, reduz a concentração de carboidratos e fatores antinutricionais em relação ao farelo de soja. (Sá et al., 2012)

Em estudos com a cioba *Solea senegalensis*, Aragão et al. (2004) observaram que a substituição de 60,0% da farinha de peixe pelo SPC em uma ração com 56,0% de proteína não diminuiu a ingestão de ração e nem prejudicou o ganho em peso, afirmando que é possível a proteína de soja substituir a farinha de peixe, assim como Olli et al. (1994) que em estudos com o salmão do Atlântico, *Salmo salar* encontraram igualdade no desempenho substituindo a farinha de peixe pelo SPC, relatando que os valores nutricionais do concentrado proteico de soja são similares aos encontrados na farinha de peixe.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de alevinos de tilápia-do-nylo alimentadas com rações substituindo a proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca – SP - São José do Rio Preto - SP. Foram utilizadas 625 larvas de tilápia-do-nylo, linhagem GIFT, com peso inicial de 0,21 g (invertidas sexualmente para macho) da empresa Peixe Vivo[®], em Santa Fé do Sul – SP. Estas larvas foram obtidas de um lote que permaneceram acondicionados em um tanque de mil litros com recirculação de água e aquecimento por um período de sete dias para adaptação ao sistema experimental. Após este período foram previamente classificadas com a utilização de classificador com abertura de 0,05mm, contadas, pesadas e distribuídas nas unidades experimentais com uma densidade de 25 peixes por tanque.

O sistema experimental foi constituído de 25 tanques em PVC com capacidade de 310L, sendo estes instalados em sistema fechado de recirculação de água com controle de temperatura, sistema de aeração e filtragem física e biológica da água. A água dos tanques foi sifonada semanalmente ou quando necessária, eliminando boa parte da matéria orgânica precipitada no fundo.

Para o experimento foi utilizada uma ração controle (Tabela 1) com 50,0% PB e 42,0% de proteína digestível (PD) (Tabela 2) sendo metade desta proteína constituída de farinha de peixe e ausente de SPC, e outras quatro rações substituindo a proteína da farinha de peixe pelo SPC. Para isso utilizou-se os seguintes valores de inclusão: 10,0; 20,0; 30,0 e 40,0% de SPC, os quais representaram 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0% de substituição da

proteína bruta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições.

As matérias-primas foram adquiridas em uma indústria de ração e processada nas dependências do próprio laboratório, sendo estas moídas em moinho de martelo para obtenção de granulometria de 0,8 mm em seguida adicionadas nas proporções predeterminadas. Depois de homogeneizadas, a mistura pronta foi novamente moída para uma melhor homogeneização e em seguida foi umedecida (20,0% água), peletizada e seca em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 horas.

A temperatura foi aferida diariamente com auxílio de termômetro de bulbo com escala de 0 a 100C° e termostato digital para a manutenção da temperatura da água. As variáveis de pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito foram verificados semanalmente com uso de peagômetro, oxímetro e testes químicos utilizados para aquarofilia, respectivamente.

Inicialmente a ração foi oferecida em forma de pó e posteriormente peletizada e triturada de forma a obter grânulos condizentes ao tamanho dos peixes em estudo. A alimentação foi fornecida oito vezes ao dia à vontade e evitando a ocorrência de sobras promovendo o melhor aproveitamento das rações pelos peixes.

Após 60 dias, os peixes foram anestesiados em Eugenol[®] (solução 5,0%) na proporção de 1 ml/L de água. Depois de anestesiados os peixes foram contados, medidos e pesados individualmente para avaliação dos parâmetros: peso final (PF), ganho em peso (GP), comprimento final (CF), sobrevivência (SOB), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE).

Tabela 01. Composição percentual das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para alevinos de tilápia-do-nilo.

Ingrediente	Tratamento					Custo MP ^g
	SPC-0	SPC-25	SPC-50	SPC-75	SPC-100	
Milho	1,450	1,088	0,725	0,363	0,000	0,28
Farinha de vísceras	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	0,69
Farelo de Soja	31,790	30,810	29,830	28,850	27,870	0,39
SPC	0,000	10,000	20,000	30,000	40,000	0,75
Macrogard ^a	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	38,60
Levedura de cana	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,82
Farinha de peixe	45,000	33,750	22,500	11,250	0,000	1,07
Farinha de carne	0,000	1,750	3,500	5,250	7,000	0,44
Farinha de sangue ^b	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0,47
Sal	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	0,27
Óleo Peixe ^c	2,842	3,257	3,671	4,086	4,500	0,63
Fosfato bicálcico	0,000	0,700	1,400	2,100	2,800	0,89
Vitamina C 35%	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	7,99
Cl. de colina 70%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	1,77
L-Lisina	0,940	0,705	0,470	0,235	0,000	2,91
L-Treonina	0,500	0,375	0,250	0,125	0,000	3,73
DL-Metionina	0,000	0,045	0,090	0,135	0,180	6,32
Oxynyl Dry ^d	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	2,75
Fylax ^e	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,34
Supl. Vit./Min. ^f	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	6,20
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	-
US\$/Kg	0,86	0,81	0,78	0,73	0,70	-

^aImunoestimulante (Biorigin) a base de betaglucanos; ^bFarinha de sangue convencional; ^cÓleo de tilápia; ^dantioxidante; ^eAntifungico; ^fComposição do Premix: níveis de garantia por kg do produto: Vit. A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000,000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50 mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 300,000 mg; Ác. Nicotínico= 100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.^gCusto da matéria prima US\$/Kg agosto/2011 (período de compra das matérias primas).

Os resultados dos parâmetros avaliados foram analisados utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS, 1995) sendo submetidos à análise de variância e quando observada diferença (P <0,05) a estimativa do melhor valor de substituição do SPC foi realizada por meio dos modelos de regressão polinomial e LRP (Linear Response Plateau).

Tabela 02. Composição bromatológica das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para alevinos de tilápia-do-nylo.

Nutriente / energia ¹	Tratamento				
	SPC-0	SPC-25	SPC-50	SPC-75	SPC-100
Umidade (%)	7,43	7,68	7,93	8,17	8,42
ED ³ (Kcal/Kg)	3618,31	3623,34	3628,36	3633,39	3638,41
Proteína digestiva (%)	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00
Proteína bruta (%) ²	53,25	53,05	52,58	52,10	52,41
Extrato Etéreo (%) ¹	9,00	8,75	8,50	8,25	8,00
Fibra Bruta (%)	2,32	2,66	3,00	3,33	3,67
Matéria Mineral (%)	11,38	11,55	11,72	11,89	12,06
Cálcio (%)	4,81	4,19	3,56	2,94	2,31
Fósforo Total (%)	2,39	2,21	2,02	1,84	1,65
Amido (%)	5,13	5,38	5,63	5,87	6,12
Fósforo disp. (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arginina (%)	3,20	3,26	3,31	3,37	3,42
Lisina (%)	4,50	4,50	4,51	4,51	4,51
Treonina (%)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Triptofano (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vitamina C(mg)	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Relação Ca / P	2,01	1,86	1,71	1,55	1,40

¹Valores calculados; ²valores analisados, ³Energia digestível.

Para as análises do custo de produção das rações utilizou-se como referência o custo médio de compra de matéria-prima realizada por empresas processadoras de rações na região. E para os custos de produção dos alevinos os cálculos foram realizados levando em conta o preço das rações, a conversão alimentar, o ganho em peso e os gastos com infraestrutura e mão de obra previamente definido e informado por produtor da região onde foram adquiridas as larvas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água manteve-se estável durante o experimento, e as medidas dos parâmetros monitorados nos tanques foram: pH = 6,73±1,11;

temperatura=27,7±0,65; oxigênio dissolvido=6,44±0,40mg/L; nitrito 0,27±0,13mg/l; amônia 0,30±0,11mg/l.

Observa-se na tabela 03, que para o ganho em peso (GP) os resultados demonstraram efeito positivo ($P<0,05$) para esta variável conforme a equação linear $y=9,7935x+0,1171$ ($R^2=0,99$), à medida que o SPC substituiu gradativamente a FP (Figura 01).

Tabela 03 – Valores médios de desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC).

Variável	Tratamento					DPM ^c	Valor de P
	SPC-0	SPC-25	SPC-50	SPC-75	SPC-100		
Peso inicial (g)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	-	
Peso final (g)	9,80 ^x	11,35 ^y	12,42 ^z	13,60 ^{xy}	14,53 ^{yz}	0,017	<0,001
Ganho em peso (g)	9,59 ^x	11,14 ^y	12,21 ^z	13,39 ^{xy}	14,32 ^{yz}	0,017	<0,001
Comprimento final (cm)	8,21 ^x	8,49 ^y	8,73 ^z	9,40 ^{xy}	9,29 ^{yz}	0,004	<0,001
Sobrevivência (%)	82,00	76,00	85,60	84,80	83,20	0,138	0,6911
Consumo de ração (g)	465,17 ^x	432,56 ^y	490,32 ^z	523,2 ^{xy}	509,91 ^{yz}	0,653	0,0503
CAA ^a	2,34 ^x	1,76 ^y	1,82 ^z	1,64 ^{xy}	1,63 ^{yz}	0,004	0,0074
TCE ^b (%)	6,00 ^x	6,31 ^y	6,49 ^z	6,77 ^{xy}	6,73 ^{yz}	0,003	0,0002

Valores da mesma linha com diferentes sobrescritos (x, y, z) são significativamente diferentes ($P<0,05$). ^aConversão alimentar aparente, ^bTaxa de crescimento específica, ^cDesvio padrão da média

Os resultados apresentados mostram que o SPC proporcionou melhores valores para o ganho em peso aumentando em 33,03% o valor para este parâmetro em relação ao tratamento com 100% de farinha de peixe. Estes resultados podem estar relacionados ao bom perfil aminoacídico do SPC em conjunto a suplementação de metionina, e fosfato bicálcico, os quais são nutrientes limitantes quando se utiliza essa fonte de proteína (Furuya et al., 2001 e 2000). Situação similar foi observado por Zhao et al. (2010), em que obtiveram resultados semelhantes para ganho em peso quando substituíram 100,0% da farinha de peixe pelo SPC em rações para tilápia-do-nilo, com a suplementação de metionina.

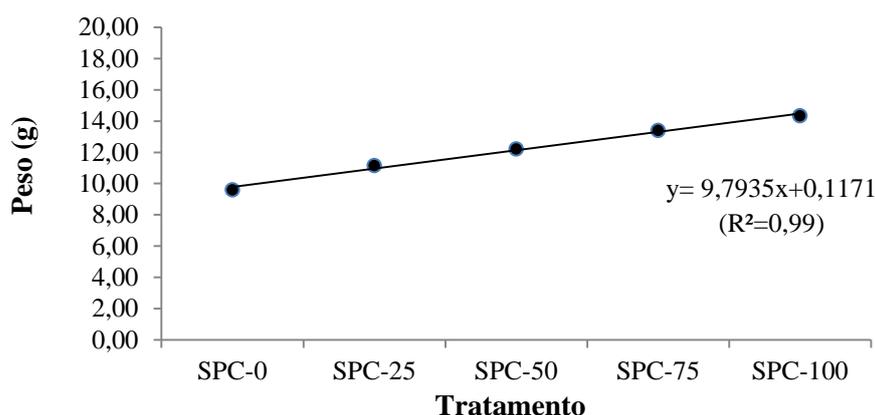


Figura 01. Ganho em peso dos juvenis de tilápia-do-nylo alimentado com diferentes níveis de substituição da proteína da FP pela proteína do SPC

Os maiores valores para o ganho em peso com o aumento da inclusão de SPC obtidos neste estudo demonstram a tolerância pela tilápia-do-nylo aos altos níveis de ingredientes vegetais presentes nas rações, assim como, a capacidade que a espécie tem de metabolizar os nutrientes destas fontes proteicas (Kubarik, 1997), mesmo com a possível presença de fatores antinutricionais. Estes resultados corroboram aos de Aragão et al. (2003) que encontraram desempenho similar para peso final com o uso de duas dietas (FP 52,0% e SPC 52,0%) para o linguado *Solea senegalensis*, que assim como a tilápia, permite o uso de alta inclusão de SPC sem afetar o desempenho.

Boonyoung et al. (2012) em estudos com a truta arco-íris *Oncorhynchus mikyss*, utilizaram rações com 52,0% de proteína bruta, formuladas com SPC substituindo a farinha de peixe e suplementadas com metionina e fósforo, obtiveram melhor ganho em peso com a substituição de 49,0% da proteína da farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja. Da mesma forma, Takagi et al. (2001) em estudos com o red sea bream *Pagrus major*, avaliaram a suplementação de metionina e lisina em dietas com 52,0% de SPC e 5,0% de FP e concluíram que a adição dos aminoácidos foi essencial para o melhor desempenho em comparação á ração não suplementada, situação semelhante aos resultados obtidos neste experimento.

Além dos aminoácidos limitantes, a inclusão de fósforo nas rações com maior inclusão de SPC se faz necessário devido a sua baixa concentração e disponibilidade (fósforo presente como fitato), e por ser essencial ao crescimento como importante constituinte corporal, principalmente dos ossos (Miranda et al., 2000).

Melhores respostas a utilização de SPC em rações para peixes, como as encontradas neste estudo, também foram reportadas por Escaffre et al. (1997) com larvas de carpa comum *Cyprinus carpio*, que em estudo com a inclusão entre 40,0 e 60,0% de SPC em rações (46% PB) não tiveram queda para o ganho em peso dos peixes, a medida que suplementaram o aminoácido limitante metionina . Entretanto, Kissil, et al. (2000) obtiveram resultados negativos para o crescimento do pargo *Sparus aurata*, com aumento dos níveis de SPC em substituição à FP.

Os resultados de conversão alimentar (CAA) apresentaram diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 03), com comportamento linear decrescente $y = 2,13599 - 0,01253x$ ($R^2 = 0,69$), demonstrando que melhores resultados foram obtidos a partir do aumento nos níveis de inclusão de SPC (Figura 02). Infere-se que a ração baseada em proteína vegetal pode ser mais eficiente do que a ração a base de proteína de farinha de peixe, uma vez respeitado o balanço de nutrientes que atenda as exigências para a espécie. Os resultados obtidos corroboram aos estudos de Berge et al. (1999) que observaram melhora na conversão alimentar de linguado *Hippoglossus hippoglossus*, ao substituir 28,0% da proteína da farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja em rações com 47,0% de proteína bruta.

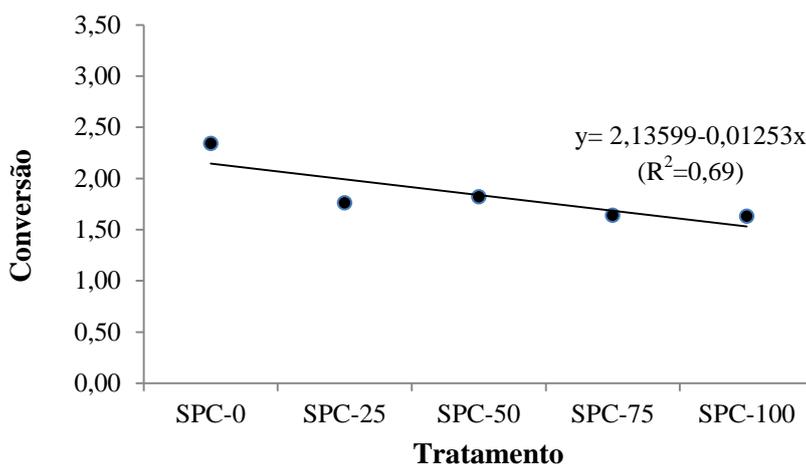


Figura 02. Conversão alimentar aparente dos juvenis de tilápia-do-nylo alimentado com diferentes níveis de substituição da proteína da FP pela proteína do SPC

Ressalta-se que a suplementação do aminoácido metionina e a inclusão de fontes de fósforo disponível (fosfato bicálcico), assim como a frequência alimentar são de suma importância para a melhora do desempenho, Zhao et al. (2010) em experimentos com a tilápia-do-nylo observaram que os resultados para CA para as rações contendo 100,0% de SPC só foram semelhantes com as rações contendo 100,0% de farinha de peixe à medida que se suplementou metionina e aumentou a frequência alimentar. A oferta da ração pode afetar diretamente o desempenho dos peixes, pois o fracionamento possibilita melhor aproveitamento tendo em vista que a ração que não é rapidamente consumida pode ter parte dos nutrientes lixiviados. Desta maneira os peixes passam a ingerir ração com balanço nutricional defasado consumido, até que o mesmo supra suas necessidades.

Na Tabela 03, os resultados apresentados para consumo de ração (CR) foram maiores com 68,65% de inclusão da proteína do SPC ($P < 0,05$) em comparação aos outros tratamentos. Isso demonstra que a ração contendo FP juntamente com o SPC pode melhorar a palatabilidade em comparação a ração que continha somente o SPC, aumentando seu consumo, como observado neste experimento. Porém, o fato de uma ração ter um maior consumo nem sempre leva a melhores respostas de desempenho

produtivo, fato este evidenciado, uma vez que, este tratamento não apresentou os melhores valores para GP e CAA. Contudo, Kissil et al. (2000) em estudos com o Pargo *Sparus aurata*, substituíram a farinha de peixe por 100,0% de SPC e obtiveram menor consumo ($P<0,05$), com menor ganho em peso e taxa de crescimento específico. Semelhante aos resultados obtidos por Day et al. (2000) com o linguado *Scophthalmus maximus*, que relataram uma diminuição no consumo de rações com inclusão de 100,0% de SPC e por consequência um menor ganho em peso.

Para o linguado *solea senegalensis* Aragão et al. (2003) não observaram diferença significativa no consumo, utilizando rações com 56,0% de PB provenientes do SPC. No entanto, Berge et al. (1999) em estudos com o linguado *Hippoglossus hippoglossus* observaram que o consumo das rações foi maior nos tratamentos com inclusão de 28,0% de SPC substituindo a FP.

Para os resultados de CF (Tabela, 03), 68,65% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína SPC apresentou os maiores valores ($P<0,05$), porém, apesar dos peixes crescerem mais que nos outros tratamentos, isto não representa o melhor desempenho, pois os resultados de CAA e GP ficaram inferiores ao tratamento com 100,0% de substituição da proteína da FP pela proteína do SPC. Assim como o resultado para a TCE (Tabela, 03) que demonstrou ser maior ($P<0,05$) no ponto de quebra com 68,65% da substituição da proteína da FP pela proteína do SPC não caracterizando melhor desempenho, tendo seus valores para CA e GP inferiores ao encontrado com 100% de substituição da proteína FP pela proteína do SPC.

Berge et al. (1999) não observaram diferença ($P>0,05$) na TCE com o linguado incluindo 28,0% de SPC em uma ração com 56,0% de PB, e Zhao et al. (2010) somente obtiveram uma piora quando as rações contendo 100,0% de SPC foram oferecidas duas

vezes ao dia porém, aumentando a taxa de arraçoamento de duas para seis vezes por dia e suplementando metionina, estas rações não apresentaram diferença ($P>0,05$).

Observou-se neste experimento que as rações contendo 100,0% de SPC podem ser mais viáveis economicamente (Tabela, 04), levando em conta o maior ganho em peso dos alevinos com uma menor conversão alimentar.

Tabela 04. Custos de produção de alevinos de tilápia-do-nilo alimentado com diferentes níveis de substituição da proteína da FP pela proteína do SPC.

Custo com ração por alevino	Tratamento				
	Parâmetros	SPC-0	SPC-25	SPC-50	SPC-75
Peso do peixe ¹ (g)	9,800	11,350	12,420	13,600	14,530
Conversão alimentar ¹	2,340	1,760	1,820	1,640	1,630
Custo ração/Kg ² (US\$)	0,86	0,82	0,78	0,74	0,69
Consumo ¹	22,930	19,980	22,600	22,300	23,680
Custo da ração consumida (US\$)	19,74	16,36	17,57	16,40	16,43
Custo por alevino (US\$)	0,019	0,16	0,018	0,016	0,016
Custo final do alevino					
Custo com ração (US\$)	0,019	0,16	0,018	0,016	0,016
Custos mão de obra ³ (US\$)	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Custo final do alevino	0,051	0,048	0,050	0,048	0,048
Lucro					
Custo final/milheiro (US\$)	51,390	48,000	49,215	48,050	48,069
Preço de venda/milheiro ³ (US\$)	113,92	113,92	113,92	126,58	126,58
Lucro (US\$)	62,530	65,920	64,705	78,530	78,511

¹Valores observados na tabela 03; ² Valores observados na tabela 01; ³Informação pessoal de um produtor de alevino

Ao compararmos o custo das rações (Tabela, 01) observamos que a partir do momento que se inclui o concentrado proteico de soja a tendência é um menor custo de produção, pois apesar do SPC ter um valor elevado (US\$ 0,76/kg) fica abaixo do valor praticado para a farinha de peixe (US\$ 1,14/kg). Vale lembrar que os melhores resultados de desempenho deste experimento foram com a substituição de 100,0% da proteína da farinha de peixe pela proteína do SPC, promovendo um ganho de peso 33,0% maior que no tratamento com 100,0% da proteína da farinha de peixe e uma conversão 30,3% menor.

Com relação à produção de alevinos levando em conta o melhor crescimento, ganho de peso e conversão alimentar dos peixes no tratamento com 100,0% de inclusão de SPC, e tendo esta ração um custo menor de produção em comparação a ração com 100,0% de farinha de peixe, os valores esperados para a produção destes alevinos serão menores, obtendo assim maior lucratividade.

CONCLUSÃO

Conclui-se ser possível substituir totalmente a farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja em rações para alevinos de tilápia-do-nylo, cuja formulação tenha esses dois ingredientes como fornecedores de 50,0% da proteína total da ração. Sua utilização em formulações de rações comerciais pode ser uma alternativa, pois o SPC demonstrou ser viável nutricionalmente e economicamente.

REFERÊNCIAS

- Alvarez, J.S., Hernández-Llamas, A., Galindo, J. et al. 2007. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti*. *Aquaculture Research* 38:689–695.
- Aragão, C., Conceição L.E.C., Dias, J., et al. 2003. Soy protein concentrate as a protein source for Senegalese sole *Solea senegalensis* diets: effects on growth and amino acid metabolism of post larvae. *Aquaculture research* 34:1443-1452.
- Berge, G.M., Grisdale-Helland, B. & Helland, S.J. 1999. Soy protein concentrate in diets for Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Aquaculture*,178:139-148.
- Boonyoung S., Haga, Y., Sato, S. 2012. Preliminary study on effects of methionine hydroxyl analog and taurine supplementation in a soy protein concentrate-based diet on the biological performance and amino acid composition of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)], *Aquaculture research*, 1-9
- Day O.J. & Plascencia Gonzalez H.G. Soy 2000. bean protein concentrate as a protein source for turbot *Scophthalmus maximus*. *Aquaculture Nutrition* 6:221-228.
- Escaffre, A.M., Infante, J.L.Z., Cahu, C.L., et al. 1997. Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp *Cyprinus carpio* based on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 153:63-80.
- FAO –The State of world Fisheries and Aquaculture, 2012.
- Francis, G., Makkar Harinder, P.S., Becker Klaus, 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199:197-227
- Furuya, W.M.; Hayashi C., Furuya V.R.B., et al. 2001. Total and digestive requirement of Methionine + Cystine for inverted Nile tilapia fingerling, *Oreochromis niloticus* (L.), based on ideal protein concept. *Acta Scientiarum* 23:885-889.
- Furuya, W.M.; Hayashi, C.; Furuya, V.R.B. et al., 2000. Protein requirement for inverted Nile tilapia fingerling *Oreochromis niloticus*. *Zootecnic brasilian journal*, 29: 1912-1917.
- Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., et al., 2007 Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 551–579.
- Hardy, R. W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Nutrition* 41:770-776
- Kissil G.W., Lupatsch I., Higgs D.A., et al. 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Aquaculture Research* 31:595-601.
- Kubarik, J. 1997. Tilapia on highly flexible diets. *Feed International* 6:16-18.
- Miranda, E.C., Pezzato, A.C., Pezzato, L.E., et al. 2000 Available Calcium/phosphorus analogy in diet for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Zootecnic brasilian journal* 9:2162-2171.
- Olli, J.J., Krogdahl, A.Ê., Van Den Ingh, T.S.G.A.M., et al. 1994. Nutritive value of four soybean products in diets for Atlantic salmon *Salmo salar*, L.. *Acta Agric. Scand.*, 44:50-60.
- Riche, M., Williams, 2011. Fish meal replacement with solvent-extracted soybean meal or soy protein isolate in a practical diets formulation for Florida pompano (*Trachinotus carolinus*, L.) reared in low salinity. *Aquaculture nutrition* 17:368-379.
- SAS (Statistical Analysis Systems Institute). *User's guide, version 6*. 4 ed., Cary: SAS®/STAT, SAS Institute, 1995. 365p.

- Takagi, S., Tiba, K., Kuramoto, T., Ukawa, M., Goto, T., 2002. Biliary bile salts reduction in red sea bream fed on soybean meal diet. *Suisanzoshoku* 50:239-240.
- Vielma, J., Mäkinen, T., Ekholm, P., et al. 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and algal availability of phosphorus load. *Aquaculture* 183:349-362.
- Zhao, H., Jiang, R., Xue, M., et al. 2010. Fish meal can be completely replaced by soy protein concentrate by increasing feeding frequency in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* GIFT strain) less than 2 g. *Aquaculture Nutrition* 16:648-653.

**CAPÍTULO 02 – O CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA EM
SUBSTITUIÇÃO A FARINHA DE PEIXE EM RAÇÕES PARA JUVENIS DE
TILÁPIA-DO-NILO**

RESUMO

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca de São José do Rio Preto – SP, teve por objetivo avaliar a substituição da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC) em rações para juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Para a avaliação foi utilizada uma ração controle com 36,0% de proteína bruta (PB) e 30,0% de proteína digestível (PD), onde 25% desta PD foi constituída de FP e ausente de SPC e outras cinco rações substituindo a proteína da FP pela proteína do SPC (20,0; 40,0; 60,0; 80,0 e 100,0%). Foi utilizada ração peletizada, sendo estas fornecidas quatro vezes ao dia à vontade, evitando a ocorrência de sobras. O sistema experimental constituiu-se de 24 tanques de PVC de 310L em sistema fechado de recirculação de água com controle de temperatura, luminosidade, sistema de aeração, filtragem física e biológica. Foram utilizados 288 juvenis com peso inicial de $24,0 \pm 0,75$ g, distribuído aleatoriamente nas unidades experimentais, as quais permaneceram com a densidade de 12 peixes/tanque. As variáveis de desempenho analisadas foram peso final (PF), comprimento final (CF), ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP) e sobrevivência (SOB). Também foi realizadas análises viscerossomáticas e análise bromatológica do fígado. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $P=0,05$) e quando observado diferença significativa estes foram submetidos ao teste de comparação de médias, Tukey, por meio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1995).

Os resultados não demonstraram diferença significativa ($P<0,05$) para as variáveis de desempenho analisadas, assim, conclui-se que a total substituição da

proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja não alterou o desempenho dos juvenis de tilápia-do-nilo.

PALAVRAS-CHAVE

Ração, nutrição, proteína, SPC.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de rações para a aquicultura cresceu consideravelmente nos últimos anos, segundo dados da FAO (2012) passaram de 7,6 milhões de toneladas em 2006 para 29,2 milhões em 2008, podendo chegar a 51,0 milhões de toneladas em 2015 e a 71,0 milhões em 2020. Desta produção, 13,5% é destinada ao cultivo de tilápias. No Brasil, a produção de rações para peixes em 2010 foi de 345 mil toneladas, podendo chegar a produzir 560 mil toneladas neste ano (SINDIRAÇÕES, 2012).

Uma das matérias prima mais utilizada devido a sua ótima palatabilidade e excelente balanço nutricional e aminoacídico é a farinha de peixe (FP), considerada um dos ingredientes mais completos para a formulação de rações para a aquicultura (PEZZATO et al., 2002).

Segundo a FAO (2009), nas últimas décadas, a produção da FP manteve-se em seis milhões de toneladas por ano. Esta oferta esta abaixo da necessária para suprir a demanda do setor, elevando o seu custo em algumas situações, além de que, na maioria das vezes, não possui uma padronização na sua qualidade, prejudicando desde a formulação das rações até o produto final.

Desta maneira, este elevado preço praticado pelas indústrias de FP e sua qualidade, vem se tornando assunto de grande interesse por parte dos pesquisadores, os quais constantemente buscam ingredientes alternativos que permitam a produção de rações

economicamente viáveis para a obtenção de peixes com preços compatíveis ao mercado consumidor (GONÇALVES, 2007).

Nesta busca por matérias primas alternativas que possibilitem a substituição da FP de maneira a melhorar os custos de produção e o processamento das rações, as proteínas vegetais são atualmente as mais pesquisadas, tendo destaque a soja, que contém uma alta concentração de PB (44,0 a 46,0%), além de boa palatabilidade, digestibilidade e adequado balanço nutricional e aminoacídico (ALVAREZ et al., 2007). A utilização da proteína de soja se torna ainda mais viável quando se trabalha com espécies onívoras como a tilápia, que possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de dietas com elevadas percentagens de ingredientes vegetais (KUBARIK, 1997).

Um dos obstáculos que pode prejudicar a utilização da soja são seus fatores antinutricionais como, por exemplo, inibidores de proteases (tripsina e quimiotripsina) e as hemaglutininas (lectinas) (MARTINS, 2011), porém, devido à alta temperatura pela qual as rações são submetidas no processo de extrusão, estes fatores são diminuídos não afetando o consumo e ainda melhorando a digestibilidade.

Apesar do farelo de soja ser muito utilizado na aquicultura por conter uma considerável quantidade de PB, este valor pode ser melhorado com a fragmentação para obtenção do concentrado proteico de soja (SPC), que pode conter até 70,0% de PB (VIELMA et al., 2000), além de uma menor concentração de fatores antinutricionais e melhor digestibilidade (BUREAU et al., 1998; DENG et al., 2006; REFSTIE et al., 2001).

Este produto teve sua tecnologia de produção trazida dos Estados Unidos, e é popularmente conhecido como “soybean protein concentrate”, cuja sigla SPC é comumente conhecida em nosso país. É obtido através da remoção do óleo e da fração

não proteica solúvel em água, através de uma lavagem com etanol ou hexano, extraindo açúcares não digestíveis (rafinose e estaquiose) presentes na soja (CARVALHO, 2011).

Neste sentido, a proteína do SPC apresenta características nutricionais e econômicas que possibilitam sua utilização como matéria prima em rações para a aquicultura, possibilitando a substituição de outras fontes proteicas nas formulações (RIBEIRO et al., 2012).

Estudos com o salmão do Atlântico *Salmo salar* (STOREBAKKEN et al., 2000), demonstram que o SPC detém um grande potencial para substituir a FP sem prejudicar o desempenho dos peixes, corroborando os estudos com a truta arco-íris *Oncorhynchus mikiss* que, segundo KAUSHIK et al. (1995) e BOONYOUNG et al. (2012), também observaram as qualidades do SPC nas rações substituindo a FP.

A inclusão de SPC substituindo a FP também foi estudada por NGANDZALI et al. (2010) no qual, não observaram diferença significativa no desempenho de juvenis de black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* incluindo 40,0% de SPC substituindo a FP, e ZHAO et al. (2010) que avaliaram o desempenho de tilápia-do-nilo alimentada com rações onde se substituiu 100,0% da FP pelo SPC, com a suplementação de metionina, obtendo resultados semelhantes entre os tratamentos com 100,0% de inclusão de SPC e com 100,0% de inclusão de FP.

Desta maneira, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações substituindo a proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca – SP - São José do Rio Preto - SP. Foram utilizados 288 juvenis de tilápia-do-nilo

(*Oreochromis niloticus*), linhagem GIFT, com peso inicial de $24,0 \pm 0,75$ g (invertidos sexualmente para macho) da empresa Peixe Vivo[®], em Santa Fé do Sul – SP. Os juvenis foram obtidos de um lote de peixes os quais permaneceram acondicionados em um tanque de mil litros com recirculação de água e aquecimento por um período de sete dias para adaptação ao sistema experimental. Após este período foram previamente classificados, contados, pesados e distribuídos nas unidades experimentais.

O sistema experimental foi constituído de 24 tanques em PVC com capacidade de 310L, sendo estes instalados em sistema fechado de recirculação de água com controle de temperatura, sistema de aeração e filtragem física e biológica da água. A água dos tanques foi sifonada semanalmente ou quando necessário, eliminando boa parte da matéria orgânica precipitada no fundo.

A temperatura foi aferida diariamente com auxílio de termômetro de bulbo com escala de 0 a 100C° e termostato digital para a manutenção da temperatura da água. As variáveis de pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito foram verificados semanalmente com o uso de peagômetro, oxímetro e testes químicos utilizados para aquarofilia, respectivamente.

Para o experimento foi utilizada uma ração controle SPC-0 (Tabela 1) com 36,0% PB e 30,0% de PD (Tabela 2), sendo 25,0% desta PD constituída de farinha de peixe (16,0% de inclusão) e ausente de SPC, e outras cinco rações substituindo a proteína da FP pela proteína do SPC. Para isso utilizou-se os seguintes valores de inclusão: 2,8; 5,6; 8,4; 11,2 e 14,0% de SPC, os quais representaram 20,0; 40,0; 60,0; 80,0 e 100,0% de substituição da proteína bruta da FP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições.

Tabela 01. Composição percentual das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição á proteína da farinha de peixe para juvenis de tilápia-do-nilo.

Ingrediente	Tratamento						Custo MP ⁴
	SPC-0	SPC-20	SPC-40	SPC-60	SPC-80	SPC-100	
Milho	16,110	16,084	16,058	16,032	16,006	15,980	0,45
Farinha de vísceras	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	1,10
Farelo de Soja	31,000	31,404	31,808	32,212	32,616	33,020	0,63
SPC	0,000	2,800	5,600	8,400	11,200	14,000	1,20
Farinha de peixe	16,000	12,800	9,600	6,400	3,200	0,000	1,70
Levedura de cana	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,30
Quirera de arroz	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0,60
Farinha de Carne	5,480	5,584	5,688	5,792	5,896	6,000	0,75
Farelo de Trigo	12,960	12,368	11,776	11,184	10,592	10,000	0,50
Sal	0,000	0,060	0,120	0,180	0,240	0,300	0,44
Fosfato bicálcico	0,000	0,282	0,564	0,846	1,128	1,410	1,40
Óleo de Soja	1,100	1,322	1,544	1,766	1,988	2,210	1,80
Vitamina C 35%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	12,63
L-Lisina	0,360	0,288	0,216	0,144	0,072	0,000	4,60
DL-Metionina	0,100	0,120	0,140	0,160	0,180	0,200	10,00
Oxynyl Dry ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	4,35
Fylax ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	5,30
Supl. Vit. e Min. ³	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	9,80
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	-
R\$/Kg	0,920	0,910	0,900	0,880	0,870	0,860	-

¹Antioxidante; ²Antifungico; ³Composição do Premix: níveis de garantia por kg do produto: Vit. A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000.000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50 mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 300,000 mg; Ác. Nicotínico= 100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.⁴Custo da matéria prima R\$/Kg.

As matérias-primas foram adquiridas em uma indústria de ração e processada nas dependências do próprio laboratório, sendo estas moídas em moinho de martelo para obtenção de granulometria de 1,0 mm, em seguida adicionadas nas proporções predeterminadas. Depois de homogeneizadas, a mistura pronta foi novamente moída para uma melhor homogeneização e em seguida foi umedecida (20,0% água), peletizada e seca em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 horas.

A ração peletizada foi triturada de forma a obter grânulos condizentes ao tamanho dos peixes em estudo. A alimentação foi fornecida quatro vezes ao dia à vontade evitando a ocorrência de sobras.

Após 73 dias, os peixes foram anestesiados em Eugenol[®] (solução 5,0%) na proporção de 1 ml/L de água. Depois de anestesiados, os peixes foram contados, medidos e pesados individualmente para avaliação dos parâmetros: peso final (PF), ganho em peso (GP), comprimento final (CF), sobrevivência (SOB), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência proteica (TEP).

Em seguida, cinco peixes de cada tratamento foram eutanasiados para análise das vísceras e índices somáticos: gordura visceral (GV) índices viscerossomáticos (IVS), índice hepatossomáticos (IHS), índice de gordura visceral (IGV) e bromatologia do fígado para quantificação do estrato etéreo.

Tabela 02. Composição bromatológica das rações experimentais utilizando a proteína do concentrado proteico de soja em substituição à proteína da farinha de peixe para juvenis de tilápia-do-nilo.

Nutriente/energia ¹	Tratamento					
	SPC-0	SPC-20	SPC-40	SPC-60	SPC-80	SPC-100
Umidade (%)	9,54	9,59	9,65	9,70	9,76	9,81
Energia digestível (Kcal/Kg)	3100,00	3111,18	3122,37	3133,55	3144,74	3155,92
Proteína digestível (%)	30,49	30,56	30,64	30,71	30,79	30,86
Proteína bruta (%) ²	37,03	36,48	36,13	36,18	38,12	38,76
Estrato Etéreo (%)	6,10	6,08	6,06	6,04	6,02	6,00
Fibra Bruta (%)	3,50	3,58	3,65	3,73	3,80	3,88
Matéria Mineral (%)	9,07	9,10	9,13	9,16	9,19	9,22
Cálcio (%)	2,83	2,62	2,42	2,21	2,01	1,80
Fósforo Total (%)	1,62	1,56	1,50	1,43	1,37	1,31
Amido (%)	22,00	22,02	22,04	22,06	22,08	22,10
Fósforo Disponível (%)	0,77	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75
Arginina (%)	2,29	2,31	2,34	2,36	2,39	2,41
Lisina (%)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Metionina + Cistina (%)	1,13	1,13	1,13	1,14	1,14	1,14
Treonina (%)	1,31	1,35	1,40	1,44	1,49	1,53
Metionina Total (%)	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71
Vitamina C (mg)	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00

¹Valores calculados; ²Valores analisados

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, P=0,05) e quando observado diferença significativa estes foram submetidos ao teste de comparação de médias, Tukey, por meio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1995).

RESULTADOS

A qualidade da água manteve-se estável durante o experimento, e as medidas dos parâmetros monitorados nos tanques durante o período experimental foram: pH = 6,70±0,34; temperatura=26,6±0,94; oxigênio dissolvido=5,31±0,43mg/L; nitrito 0,25±0,09mg/l; amônia 0,31±0,12mg/l.

Na Tabela 03, encontram-se os valores de desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com as rações com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC).

Tabela 03. Valores médios de desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do concentrado proteico de soja

Variável	Tratamento						CV*
	SPC-0	SPC-20	SPC-40	SPC-60	SPC-80	SPC-100	
Peso inicial (g)	24,03	23,75	23,19	24,02	24,72	25,81	4,37
Peso final (g)	141,03	144,85	155,93	165,47	145,99	149,59	11,36
Ganho em peso (g)	117,00	121,10	132,75	141,46	121,27	123,78	13,57
Comprimento final (cm)	19,64	19,70	20,09	20,64	19,57	19,83	3,93
Sobrevivência (%)	95,83	95,83	95,83	97,92	97,92	100,00	3,93
Consumo de ração (Kg)	1,14	1,32	1,41	1,56	1,34	1,33	16,02
Conversão alimentar	0,86	0,97	0,93	0,95	0,96	0,90	10,79
Taxa de cresc. específico (%)	3,07	3,08	3,11	3,15	3,11	3,14	1,88
Taxa de eficiência proteica (%)	3,41	3,11	3,13	3,12	3,14	3,16	17,76

*coeficiente de variação

Os peixes do tratamento SPC-60 apresentaram um maior peso final (165,47 g), em relação aos outros tratamentos, porém, não foi encontrada diferença (P>0,05) entre eles. Assim como para o ganho em peso, que também não demonstrou diferença entre

os tratamentos avaliados. Para o tratamento SPC-60, o percentual de inclusão de farinha de peixe foi de 6,40% e de SPC 8,40%, o que em conjunto e em níveis medianos podem ter proporcionado melhor relação entre eles de modo a melhorar a palatabilidade e conseqüentemente o aumento na ingestão de ração. Para o parâmetro comprimento final os resultados obtidos foram similares, não diferindo entre si ($P>0,05$), sendo o mesmo observado para a sobrevivência.

Entre os resultados de consumo de ração, observa-se que os peixes alimentados com o tratamento SPC-60 consumiram 1,56kg de ração durante todo o experimento, em contrapartida, o tratamento controle SPC-0 o qual consumiu 1,14kg, no entanto não diferiram estatisticamente ($P>0,05$). O menor consumo aparente observado no tratamento SPC-0 pode explicar o menor valor para a conversão alimentar (0,86) obtida para os peixes alimentados com essa ração, no entanto este tratamento não diferiu ($P>0,05$) dos demais tratamentos.

Para a taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência protéica (TEP), os resultados foram muito semelhantes, não apresentando diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos.

Os resultados de análises corporais e índices somáticos estão apresentados na tabela 4, onde apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) para o tratamento SPC-40, que obteve um menor índice hepatossomático (2,38%) em relação ao tratamento controle (2,78%), contudo para todos os outros índices avaliados não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 04. Valores de índice hepatosomático (IHS), índice víscerosomático (IVS), índice de gordura visceral (IGV) e extrato etéreo do fígado (EEF) de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com diferentes níveis de inclusão da proteína do concentrado proteico de soja em substituição a proteína da farinha de peixe.

Índice	Tratamento						CV*
	SPC-0	SPC-20	SPC-40	SPC-60	SPC-80	SPC-100	
IHS	2,78a	2,47ab	2,38b	2,55ab	2,50ab	2,57ab	14,49
IVS	11,71	10,88	11,7	11,56	12,09	10,87	13,03
IGV	2,46	1,84	2,16	2,11	2,38	1,90	40,03
EEF	16,17	17,1	14,75	16,2	18,23	18,06	8,49

*Coeficiente de variação

DISCUSSÃO

Os resultados observados com a substituição de 25,0% da proteína digestível da ração, oriunda da farinha de peixe, pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC) demonstram a possibilidade de uso muito semelhante destas duas fontes ao se analisar os parâmetros zootécnicos.

Estes resultados permitem inferir que o uso do SPC em rações para juvenis de tilápia-do-nylo pode ser utilizado em substituição á farinha de peixe (25,0% da PD), sem comprometer o desempenho. Ressalta-se que, uma vez utilizado o SPC o qual apresenta um bom perfil aminoacídico e suplementado apenas com o aminoácido mais limitante (metionina), além da utilização de uma fonte suplementar de fósforo (fosfato bicálcico), os resultados são semelhantes ao uso da farinha de peixe.

Fontes proteicas de origem vegetal apresentam deficiências em alguns nutrientes quando comparada ás fontes proteicas de origem animal de forma em geral, e dentre estes nutrientes limitantes, a metionina se destaca por ser um aminoácido com importantes funções, participando de maneira direta na deposição de proteína (FURUYA, 2010) e redução da gordura corporal (MICHELATO, 2010), melhorando assim a conversão alimentar e o ganho de peso dos peixes.

Os resultados obtidos nesse estudo com o uso do SPC e suplementação do aminoácido metionina nas rações, corroboram os estudos de ZHAO et al. (2010) que

também não observaram diferença no desenvolvimento zootécnico de juvenis de tilápia-do-nilo alimentada com rações substituindo até 100,0% da farinha de peixe pelo SPC, suplementadas com metionina as rações deficitárias.

Além da metionina, rações a base de ingredientes de origem vegetal com baixa inclusão de ingredientes de origem animal necessita de uma suplementação extra de fósforo, o qual é de grande importância na nutrição animal, devido principalmente a sua grande necessidade para crescimento, mineralização óssea e para o metabolismo dos lipídios (MIRANDA et al., 2000). Uma vez suplementado com a utilização de uma fonte inorgânica de alta disponibilidade como o fosfato bicálcico, os resultados de uso de fontes proteicas vegetais em rações para tilápia-do-nilo são positivos como os observados nesta pesquisa.

STOREBAKEN et al. (1998 e 2000) estudaram o desempenho do salmão do Atlântico *Salmo salar* alimentados com rações em que foi substituída a FP pelo SPC, e observaram que até uma inclusão de 75,0% de SPC em substituição a FP, não prejudicou o desenvolvimento dos peixes.

TAKAGI et al. (2001), em estudos com o red sea bream *Pagrus major*, encontraram um desempenho significativamente melhor para o ganho de peso, nos tratamentos onde as rações continham 52,0% de SPC e 5,0% de FP suplementando metionina e lisina em comparação aos tratamentos sem adição dos aminoácidos. Da mesma forma, BOONYOUNG et al. (2012) substituíram 80,0% da FP pelo SPC e observaram uma melhora significativa no ganho de peso de truta arco-íris *Oncorhynchus mikiis*.

A substituição da FP pelo SPC não prejudicou o consumo de ração (CR) que, para todos os tratamentos foi semelhante. Este resultado ocorreu principalmente, devido à reduzida concentração de antinutricionais encontrado no SPC devido ao seu

processamento (REFSTIE et al., 2001). ARAGÃO et al. (2003) ao trabalharem com a substituição de 100,0% da FP pelo SPC em rações contendo 56,0% de PB também não observaram diferença significativa para os resultados de consumo de ração, demonstrando a eficiência do SPC em substituição a FP.

No entanto KISSIL et al. (2000) demonstraram um decréscimo no consumo a partir de um aumento de 30,0% na inclusão de SPC em rações para o pargo *Sparus aurata*, assim como DENG et al. (2001) que trabalharam substituindo 100,0% da PB da FP pela proteína do SPC e observaram uma diminuição no consumo da ração pelo linguado *Paralichthys olivaceus*, estes resultados podem estar relacionados ao hábito alimentar destes peixes, que são carnívoros. Desta forma a inclusão de fontes proteicas de origem vegetal estaria prejudicando a palatabilidade desta ração em comparação a ração com 100,0% de FP.

Assim como para o consumo, a conversão alimentar não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 03). Estes valores estão diretamente relacionados ao bom perfil aminoacídico e balanço nutricional adequado que possibilitam uma boa eficiência alimentar e digestibilidade, como observado por BERGE et al. (1999) em estudos com o linguado *Hippoglossus hippoglossus* que apresentaram uma melhora na CA utilizando rações formuladas com 28,0% de SPC e BARROWS et al. (2007) que ao substituírem totalmente a FP pelo SPC em rações com 44,0% de PB não encontraram diferença significativa para a CA de trutas arco-íris *Oncorhynchus mikiis*, confirmando o potencial da proteína do SPC para substituir a proteína da FP sem prejudicar o desempenho.

Os valores obtidos com a avaliação corporal (Tabela 04) não apresentaram diferença entre os diferentes tratamentos ($P > 0,05$), com exceção para o índice hepatossomático o qual apresentou menor valor para o tratamento SPC-40 (2,38%)

quando comparado ao tratamento controle (2,78%), não diferindo estes dos demais tratamentos. Tal fato, apesar de se apresentar isolado em relação aos demais parâmetros analisados, pode estar relacionado à menor sobrecarga hepática para metabolizar os nutrientes da dieta, proporcionado pelo melhor equilíbrio entre os nutrientes em conjunto das duas fontes protéicas.

Este resultado é semelhante aos encontrado por BOONYOUNG et al. (2012) que observaram uma diminuição no IHS quando substituíram 80,0% da FP pelo SPC em rações com 52,0 % de PB para a truta arco-íris *Oncorhynchus mikiis* e por ZHAO et al. (2010) que não observaram diferença nos índices corporais de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações que continham 38,0% de PB na qual 100,0% da proteína proveniente do SPC em substituição a FP.

Ao contrário do observado neste experimento, ESCAFFRE et al. (2007) trabalhando com truta arco-íris *Oncorhynchus mikiis* e SALZE et al. (2010) em estudos com o bijupirá *Rachycentrom canadun*, demonstraram um aumento do IHS e IVS em decorrência da inclusão de SPC em substituição a FP.

As rações foram formuladas de forma a manter os mesmos níveis nutricionais, o que pode ter equilibrado a resposta tanto para os parâmetros de desempenho como para a composição corporal, o que reforça a boa utilização da fonte proteica vegetal pela tilápia-do-nilo (KUBARIK, 1997). Esses resultados corroboram aos de ZHAO et al. (2010), que em estudo com a mesma espécie também não obtiveram diferentes respostas para a avaliação corporal com a substituição de 100,0% da proteína da FP pela proteína do SPC.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram ser possível a substituição de 25,0% da PD da farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja em rações para juvenis de tilápia-do-

nilo. Sua utilização em formulações de rações comerciais pode ser uma alternativa, pois o SPC demonstrou ser viável nutricionalmente e economicamente.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, J.S., HERNÁNDEZ-LLAMAS, A., GALINDO, J. et al. 2007 Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti*. **Aquaculture Research**, 38, 689–695.
- ARAGÃO, C., CONCEIÇÃO L.E.C., DIAS, J., et al. 2003 Soy protein concentrate as a protein source for Senegalese sole *Solea senegalensis* diets: effects on growth and amino acid metabolism of post larvae. **Aquaculture research**, 34:1443-1452.
- BARROWS, F.T., GAYLORD, T.G., STONE, D.A.J., et al. 2007 Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology, and plasma amino acid concentration of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Research**, 38: 1747–1758.
- BERGE, G.M., GRISDALE-HELLAND, B. & HELLAND, S.J.1999. Soy protein concentrate in diets for Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. **Aquaculture**, v.178, p.139–148.
- S. 2012 Preliminary study on effects of methionine hydroxyl analog and taurine supplementation in a soy protein concentrate-based diet on the biological performance and amino acid composition of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)], **Aquaculture research**, 1-9
- BUREAU, D.P., HARRIS, A.M. & CHO, C.Y. 1998 The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, 161: 27–43.
- CARVALHO, R.A.P.L.F. 2011 **Avaliação da composição de ingredientes selecionados para a substituição da farinha de peixe em dietas para juvenis de *Litopenaeus vannamei*** 258f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- DENG, J., MAI, K., AI, Q., ZHANG et al. 2006 Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, 258: 503–513.
- ESCAFFRE, A.M., INFANTE, J.L.Z., CAHU, C.L., et al. 1997 Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp *Cyprinus carpio* based on growth performance and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v.153, p.63–80.
- FAO – Pesca e departamento da aquicultura, O estado mundial da Pesca e da Aquicultura – SOFIA. Disponível em:< [http: www.fao.org](http://www.fao.org)> acessado em: 20 de jul. 2012. 2009
- FAO – The State of world Fisheries and Aquaculture 2012.
- FURUYA W.M, Tabela brasileira para nutrição de tilápias, 2010, 97p.
- GONÇALVES, G.S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia-do-nilo**. 2007. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de aquicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista.
- KAUSHIK, S.J., CRAVEDI, J.P., LALLÈS, J.P., et al. 1995 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**, 133: 257–274.
- KISSIL G.W., LUPATSCH I., HIGGS D.A., et al. 2000 Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead sea bream *Sparus aurata*. **Aquaculture Research** v.31,p.595-601.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. **Feed International**, v.6, p.16-18, 1997.

- MARTINS, G., P. 2011 **Soja crua em dietas para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**, dissertação de mestrado apresentado no programa de pós graduação em aquicultura pel. .
- MICHELATO, M. 2010. **Exigência de metionina + cistina para a tilápia-do-nilo de 550 a 700 g, em tanques-rede, com base no conceito de proteína ideal.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.
- MIRANDA, E.C., PEZZATO, A.C., PEZZATO, L.E., et al. 2000 Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*. **Revista brasileira de zootecnia**, v.29, p.2162-2171.
- NGANDZALI, B.O., ZHOU, F., XIONG, W., et al. 2011 Effect of dietary replacement of fish meal by soybean protein concentrate on growth performance and phosphorus discharging of juvenile black sea bream, (*Acanthopagrus schlegelii*) **Aquaculture nutrition**, 17: 526-535
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. 2002 Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31: 1595-1604.
- REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G. & ROEM, A.J. 2001 Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. **Aquaculture**, 193: 91–106.
- RIBEIRO, M.J.P, FERREIRA, L.A.A., VIDOTTI, R.M, GONÇALVES, G.S., 2012 Substituição de farinha de peixe por concentrado proteico de soja em rações para larvas de tilápia-do-nilo. Anais... Aquaciência 2012
- SALZE, G., MCLEAN, E., BATTLE, P.R., et al. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture** v.298, p.294–299. 2010
- SAS (Statistical Analysis Systems Institute). *User's guide, version 6*. 4 ed., Cary: SAS®/STAT, SAS Institute, 1995. 365p.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – SINDIRAÇÕES. Boletim informativo do setor – Maio/2012, acesso em agosto de 2012.
- STOREBAKKEN T., SHEARER K.D. & ROEM A.J. 1998 Availability of protein, phosphorous and other elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase treated soy protein based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture** v.161: p.365-379.
- STOREBAKKEN, T., SHEARER, K.D. & ROEM, A.J. Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy-protein concentrate as the main sources of protein. **Aquaculture Nutrition** v.6, p.103–108. 2000.
- TAKAGI, S., TIBA, K., KURAMOTO, T., et al. 2002 Biliary bile salts reduction in red sea bream fed on soybean meal diet. *Suisanzoshoku* 50: 239–240.
- VIELMA, J., MÄKINEN, T., EKHOLM, P., et al. 2000 Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and algal availability of phosphorus load. **Aquaculture** v.183, p.349–362.

ZHAO, H., JIANG, R., XUE, M., et al. 2010 Fish meal can be completely replaced by soy protein concentrate by increasing feeding frequency in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* GIFT strain) less than 2 g. **Aquaculture Nutrition** v.16, p.648–653.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos com a substituição da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína do concentrado proteico de soja (SPC) em rações para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo, observa-se que, deve-se levar em conta a deficiência em aminoácidos e nutrientes das matérias primas, realizando a suplementação, a fim de manter um bom balanço nutricional entre as rações.

A utilização da farinha de peixe em rações para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo podem ser revistas, já que os resultados demonstraram a capacidade do SPC em substituí-la, sem prejuízo aos peixes. Contudo, propõem-se novos estudos com outras fontes de origem animal, a fim de confirmar o potencial da proteína do SPC como substituto destas fontes proteicas.

Deve-se levar em conta no momento da formulação, o custo do SPC, pois dependendo dos valores praticados pelo mercado sua utilização pode ser inviável.

Estudos com outras espécies também seriam importantes, principalmente carnívoras. Mediante a ótima formatação dos aminoácidos e boa palatabilidade, o SPC pode apresentar bom resultado em formulações de rações com um alto teor proteico, como o praticado para estes peixes.