

Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápias como Fonte de Proteína e Minerais para Alevinos de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Wilson Rogério Boscolo¹, Carmino Hayashi², Aldi Feiden³, Fábio Meurer⁴, Altevir Signor⁵

RESUMO - Neste trabalho, objetivou-se avaliar a utilização da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FR) como fonte de proteína e de minerais em rações práticas na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. Foram utilizados 120 alevinos de tilápias do Nilo com peso e comprimento iniciais de $0,58 \pm 0,05$ g e $3,49 \pm 0,09$ cm, respectivamente, distribuídos em 24 aquários com capacidade para 30 L, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os peixes foram alimentados com rações contendo 30% de proteína digestível e 3.000 kcal de energia digestível/kg, de acordo com os seguintes tratamentos: CO - ração à base de milho e farelo de soja, sem suplementação de fósforo; FB - ração à base de milho e farelo de soja, com fosfato bicálcico; FB + FR - ração à base de milho e farelo de soja, suplementada com fosfato bicálcico (50%) e farinha de resíduos (50%); FT - ração à base de milho e farelo de soja, suplementada com farinha de resíduos. Ao final do experimento, os melhores resultados de desempenho foram observados nos animais que receberam suplementação de P. Quanto às características de carcaça, os animais que receberam a ração CO apresentaram maior teor de gordura corporal e menores teores de cinzas, Ca e P. A FR pode ser utilizada em rações para alevinos de tilápia do Nilo como fonte de P, sem prejuízos no desempenho e na composição corporal.

Palavras-chave: avaliação de alimentos, farinha de peixe, fonte de fósforo, fonte protéica, tilápia

Effects of Feeding Meal of Fish Filleting Industrial Waste as Protein and Mineral Source for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fries

ABSTRACT - The effects of feeding meal of tilapia filleting industrial waste (FW) on performance and body composition for Nile tilapia fry were evaluated. One hundred and twenty Nile tilapia fries (averaging initial weight and length of 0.58 ± 0.05 g and 3.49 ± 0.09 cm, respectively) were assigned to 24 30L-aquariums. The experiment was analyzed a complete randomized design with four treatments and six replications. Diets contained 30% of digestible protein and 3,000 kcal/kg of digestible energy. The following treatments were used: CO - corn and soybean meal-based diets, with no phosphorus supplement; BF - corn and soybean meal-based diets, with phosphorus supplement (dicalcium phosphate); BF+FW - half FW-based diets, with half of phosphorus supplement (dicalcium phosphate); FT - corn and soybean meal-based diets, with FW. At the end of this trial, the best results of performance were reported for animals fed P supplements-based diets. Animals fed CO-based meal showed the highest rate of body fat and the lowest of ash, Ca and P. FW-based diets can be used as P source for Nile tilapia fry, with no changes on performance and body composition.

Key Words: food evaluation, fish meal, phosphorus source, protein source, tilapia

Introdução

Nas décadas de 60 e 70, a tilapicultura foi desenvolvida visando à produção de alimentos para o consumo local, por meio de cultivos mais extensivos, com o mínimo de adubação ou alimentação artificial. Atualmente os pesquisadores desenvolveram novas tecnologias e, com a especialização dos tilapicultores, a produção anual de tilápias cresceu de menos de 200.000 toneladas em 1981 para 1.100.000 toneladas

em 1999 (Watanabe et al., 2002), representando a terceira espécie de maior importância econômica na aquicultura mundial (Borghetti et al., 2003).

Em sistemas de cultivo mais intensivos, a alimentação representa mais de 50% do custo operacional (El-Sayed, 1999), de modo que os alimentos protéicos representam a maior proporção dos custos da ração em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, pois, além de participarem em grande quantidade na formulação destas, são mais caros que os alimentos

¹ Zootecnista; Professor Adjunto do curso de Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Toledo, Rua da Faculdade 645, Jardim La Salle, CEP: 85903-000; GEMAq (Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura). E-mail: wrboscolo@unioeste.br

² Biólogo; Professor do curso de Biologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP – Jaboticabal. E-mail: chayashi@fcav.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo; Professor Adjunto do curso de Engenharia de Pesca – UNIOESTE - Campus Toledo. E-mail: aldi@unioeste.br

⁴ Zootecnista; Professor do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica – Campus Toledo; E-mail: fabiomeurer@pop.com.br

⁵ Engenheiro de Pesca – Mestrando – CAUNESP – UNESP- Jaboticabal/SP. E-mail: altevir@bol.com.br

energéticos (Meurer et al., 2003). Os alimentos protéicos de origem animal são utilizados na formulação de rações para peixes, entretanto, de acordo com Boscolo et al. (2001a), não servem como atráctantes para alevinos de tilápia-do-nylo. Entretanto, alimentos como a farinha de peixe e a de vísceras de aves apresentam alto valor nutricional e podem ser empregadas na formulação de rações práticas, podendo ou não ser encontrados a preços acessíveis. São também amplamente utilizados durante a fase de larvicultura dos peixes, que exigem altos níveis de proteína na ração (Hayashi et al., 2002).

A indústria processadora de peixes gera grande quantidade de resíduos, que, quando não são devidamente processados para uso na nutrição humana ou animal, geralmente são depositados no meio ambiente, gerando problemas como poluição (Kotzamanis et al., 2001). Este fato, aliado à escassez da farinha de peixe oriunda da pesca extrativa (Naylor et al., 2000), tem motivado os pesquisadores à realização de diversos trabalhos objetivando substituir a farinha de peixe de boa qualidade por alimentos protéicos alternativos (Yamamoto et al., 2002; Richter et al., 2003).

A qualidade do alimento e as considerações econômicas são fundamentais na utilização de subprodutos da industrialização de pescados para a alimentação animal (Fagbenro & Jauncey, 1995). Os resíduos da filetagem da tilápia-do-nylo, que, segundo Boscolo et al. (2001b), representam em torno de 65% da matéria-prima total, são descartados atualmente em duas das três indústrias de filetagem de tilápias-do-nylo ativas na região oeste do Paraná. Em trabalho com a farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia (FR), Boscolo et al. (2003) sugeriram que a FR seria uma potencial fonte de minerais para peixes e, ao avaliar uma FR com menor teor de matéria mineral, Boscolo (2003) observou ótimos coeficientes de digestibilidade de seus nutrientes, com alto potencial para sua utilização em rações.

Praticamente todos os alimentos contêm fósforo em sua composição, mas sua disponibilidade é variável entre as diferentes espécies de peixe (Hepher, 1988). De acordo com Steffens (1987), as necessidades de fósforo dos peixes dependem, entre outros aspectos, da constituição do trato digestório e do tipo de fonte de fósforo. O aproveitamento do fósforo de fontes vegetais é geralmente baixo, ao passo que o das fontes inorgânicas é alto e o de fontes de origem animal varia conforme a espécie de peixe.

No presente trabalho, objetivou-se avaliar a utilização da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais na alimentação de alevinos de tilápia-do-nylo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/TOLEDO, no período de abril a junho de 2003, com duração de 45 dias. Foram utilizados 120 alevinos de tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus* L.) com aproximadamente 40 dias de idade e peso e comprimento iniciais de $0,58 \pm 0,05$ g e $3,49 \pm 0,09$ cm, respectivamente. As tilápias foram distribuídas em 24 aquários com capacidade para 30 L de volume útil, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições, em que a unidade experimental consistiu de um aquário com cinco alevinos.

Os aquários apresentaram sistema de aeração artificial por meio de um soprador, sendo o ar distribuído através de encanamentos até os aquários por meio de pedras microporosas. A água do abastecimento era proveniente de um reservatório com capacidade de 1.000 L, equipado com aquecedor elétrico de 1.000 W e termostato. Diariamente, foi realizada a sifonagem do fundo dos aquários, para retirada de fezes e sobras de ração, com renovação diária de cerca de 50% do volume total por dia no início e de 100% por dia no final do experimento. As sifonagens foram efetuadas duas vezes ao dia, a primeira no início da manhã, antes da primeira alimentação e a segunda no final da tarde, antes da última alimentação.

Foram elaboradas quatro rações com ou sem a inclusão da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FR), de acordo com os tratamentos abaixo (Tabela 1):

CO = ração controle, à base de milho e farelo de soja, sem suplementação de fósforo;

FB = ração à base de milho e farelo de soja, com suplementação de fósforo na forma de fosfato bicálcico;

FB + FR = ração à base de milho e farelo de soja, com 50% da suplementação de fósforo na forma de fosfato bicálcico e 50% na forma de FR;

FT = ração à base de milho e farelo de soja, com 100% da suplementação de fósforo na forma de FR.

A FR foi obtida a partir do processamento de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, compos-

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais para alevinos de tilápia-do-nylo (matéria natural): CO = ração à base de milho (M) e farelo de soja (FS), sem suplementação de fósforo (P); FB = ração à base de M e FS suplementada com fosfato bicálcico (FB); FB + FR = ração à base de M e FS, suplementada com FB (50%) e FR (50%); FT = ração à base de M e FS, suplementada com FR

Table 1 - Composition (%) of different experimental diets fed to Nile tilapia fingerlings (as-fed basis): CO = corn (M) + soybean meal (FS)-based diet, without phosphorus (P) supplementation; FB = M and FS-based diet, supplemented with dicalcium phosphate (FB); FB + FW = M and FS-based diet, with 50% FB and 50% tilapia by-products (FW); FB = M and FS-based diet, supplemented with FT

Alimento (%) Feed	Fonte de fósforo Phosphorus source			
	CO	FB	FB+FR	FT
Milho (Corn)	11,41	10,16	14,39	18,58
Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias <i>Tilapia by-products</i>	0,00	0,00	6,76	13,52
Farelo de soja (Soybean meal)	63,13	63,28	56,39	49,52
Calcário calcítico (Limestone)	2,78	1,86	0,93	0,00
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,00	1,50	0,75	0,00
Óleo de soja (Soybean oil)	2,21	2,54	1,26	0,00
Farelo de trigo (Wheat meal)	18,96	19,14	16,80	14,44
Bagaço de cana (Sugar cane bagasse)	0,00	0,00	0,00	2,42
Suplemento min. vit ¹ (Min + vit supplement)	1,00	1,00	1,00	1,00
Antioxidante (BHT) (Antioxidant)	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal comum (Salt)	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 5.000 mg; Vit. K₃, 1.000 mg; Vit. B₁, 1.500 mg; Vit. B₂, 1.500 mg; Vit. B₆, 1.500 mg; Vit. B₁₂, 4.000 mg; Ác. fólico, 500 mg; Pantotenato Ca, 4.000 mg; Vit. C, 15.000 mg; Biotina, 50 mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5.000 mg; I, 50 mg; Mn, 1500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5.000 mg.

¹ Guarantee levels for kilogram of product: Vit. A, 500,000 UI; Vit. D₃, 200,000 UI; Vit. E, 5,000 mg; Vit. K₃, 1,000 mg; Vit. B₁, 1,500 mg; Vit. B₂, 1,500 mg; Vit. B₆, 1,500 mg; Vit. B₁₂, 4,000 mg; Folic acid, 500 mg; Ca panthotenate, 4,000 mg; Vit. C, 15,000 mg; Biotin, 50 mg; Inositol, 10,000; Nicotinamide, 7,000; Choline, 40,000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5,000 mg; I, 50 mg; Mn, 1,500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5,000 mg.

tos por vísceras, cabeça, nadadeiras, coluna vertebral, pele e escamas. O processamento dos resíduos consistiu de cozimento, prensagem e moagem em uma indústria da região Oeste do Paraná.

As rações experimentais, isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoprotéicas, foram formuladas de acordo com a recomendação do NRC (1993) (Tabela 2). Para elaboração das rações experimentais, os alimentos foram processados individualmente em um moinho tipo faca, segundo Hayashi et al. (1999), e, posteriormente, homogeneizados e peletizados. A FR continha 50,37% de proteína bruta e a disponibilidade de seus nutrientes foi calculada com base nos dados determinados por Boscolo (2003). As rações foram fornecidas quatro vezes ao dia, às 8h30, 11h30, 14h30 e às 17h30, na proporção de 5,00 a 10,00% do peso vivo/dia, conforme a temperatura da água. Os peixes das unidades experimentais foram pesados a cada dez dias, para cálculo da quantidade de ração consumida.

O pH, a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e o oxigênio dissolvido (mg/L) da água foram medidos sema-

nalmente, enquanto a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foi tomada diariamente de manhã (8h) e à tarde (16h30).

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas, realizando-se, após este período, as medidas individuais de peso (g) e comprimento total (cm) dos peixes de cada unidade experimental. Foram avaliadas as médias de peso final (g/dia) e conversão alimentar.

Ao final do experimento, todos os animais das unidades experimentais foram insensibilizados, abatidos e tiveram suas carcaças analisadas conforme Silva (1990). As determinações das concentração de P e Ca dos peixes foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Kimura & Miller (1957), no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Ao final do experimento, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, em caso de diferenças, foi aplicado teste Duncan, utilizando o programa estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

Tabela 2 - Composição química calculada das rações experimentais, com base na matéria natural¹: CO = ração à base de milho (M) e farelo de soja (FS), sem suplementação de fósforo (P); FB = ração à base de M e FS suplementada com fosfato bicálcico (FB); FB + FR = ração à base de M e FS, suplementada com FB (50%) e FR (50%); FT = ração à base de M e FS, suplementada com FR

Table 2 - Chemical composition (%) of the experimental diets (as-fed basis)¹: CO = corn (M) + soybean meal (FS)-based diet, without phosphorus (P) supplementation; FB = M and FS-based diet, supplemented with dicalcium phosphate (FB); FB + FR = M and FS-based diet, with 50% FB and 50% tilapia by-products (FR); FT = M and FS-based diet, supplemented with FT

Nutriente (%) Nutrient	Fonte de fósforo Phosphorus source			
	CO	FB	FB+FR	FT
Energia digestível ² (kcal/kg) (Digestible energy)	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Proteína digestível ² (Digestible protein)	30,00	30,00	30,00	30,00
Proteína bruta (Crude protein)	33,51	33,51	33,54	33,59
Cálcio (Calcium)	1,20	1,20	1,20	1,20
Fósforo total (Total phosphorus)	0,57	0,86	0,85	0,85
Fósforo disponível ³ (Available phosphorus)	0,24	0,46	0,46	0,46
Extrato etéreo (Ether extract)	4,09	4,38	4,56	4,76
Ácido linoléico (Linoleic acid)	2,15	2,31	2,45	3,27
Amido (Starch) ⁴	21,28	20,58	21,58	22,56
Fibra bruta (Crude fiber)	5,66	5,66	5,59	5,52
Arginina ³ (Arg)	2,37	2,37	2,41	2,45
Fenilalanina ³ (Phe)	1,62	1,62	1,60	1,57
Histidina ³ (Hys)	0,85	0,85	0,84	0,83
Isoleucina ³ (Ile)	1,47	1,47	1,45	1,43
Leucina ³ (Leu)	2,53	2,53	2,53	2,53
Lisina ³ (Lys)	1,90	1,90	1,92	1,93
Metionina + Cistina ³ (Met + Cys)	1,14	1,14	1,16	1,18
Metionina ³ (Met)	0,47	0,47	0,51	0,54
Treonina ³ (Thr)	1,25	1,25	1,28	1,30
Triptofano ³ (Trp)	0,46	0,46	0,43	0,41
Valina ³ (Val)	1,53	1,52	1,53	1,53

¹ Exigência nutricional baseada no NRC (1993).

² Baseados nos valores de energia e proteína digestíveis para tilápia-do-nylo propostos por Boscolo et al. (2002), Meurer et al. (2003) e Boscolo (2003).

³ Com base em Furuya et al. (2001) e Boscolo (2003).

⁴ Com base em Rostagno et al. (2000).

¹ Nutritional requirements based on NRC (1993) data.

² Digestible energy and protein values based on Boscolo et al. (2002), Meurer et al. (2003b) and Boscolo (2003) data.

³ Based on Furuya et al. (2001) and Boscolo (2003) data.

⁴ Based on Rostagno et al. (2000) data.

Resultados e Discussão

Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos aquários, observados durante o período experimental, de $24,45 \pm 1,42^{\circ}\text{C}$; $5,38 \pm 1,05 \text{ mg/L}$; $7,9 \pm 0,19$; e $111,87 \pm 7,05 \mu\text{S/cm}$, respectivamente, estão na faixa aceitável para a criação de peixes de clima tropical (Boyd, 1990).

Os valores médios de desempenho de alevinos de tilápia-do-nylo alimentados com rações contendo farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias (FR) e/ou fosfato bicálcico como suplementação de fósforo (P) e a ração controle (CO) estão apresentados na Tabela 3.

As rações com suplementação de P (FB, FB + FR e FT) proporcionaram as melhores médias de peso final dos alevinos ($P < 0,01$), não diferindo estatística-

mente entre si. O menor peso final foi observado nos animais alimentados com a ração controle sem a suplementação de P. O baixo desempenho proporcionado pela ração CO é explicado pela importância do P para manutenção das funções metabólicas e fisiológicas dos animais. A carência de um mineral essencial na dieta pode resultar em vários sinais de deficiência (Dato-Cajegas & Yakupitiyage, 1996), como baixo desempenho e mineralização óssea deficiente.

Neste experimento, não foi observada diferença ($P > 0,01$) no peso final médio entre os peixes alimentados com ração suplementada com fosfato bicálcico e a ração controle. Na Tabela 4, encontra-se a composição, em termos de aminoácidos disponíveis das rações experimentais, com base nos resultados de disponibilidade de aminoácidos da farinha de tilápia

calculados segundo Boscolo (2003) e com base na disponibilidade de aminoácidos do milho, dos farelos de soja e trigo determinados por Furuya et al. (2001).

As quantidades de metionina disponíveis das rações FB + FR e FT foram 20 e 40% superiores à ração controle e à FB, respectivamente. Esta diferença pode explicar o baixo peso final dos animais alimentados com a ração controle e o fato de que o peso final dos animais alimentados com a ração FB não diferiu ($P>0,01$) do obtido com a ração controle, demonstrando, portanto, que, para alevinos de tilápia-do-nilo, rações formuladas somente à base de milho e farelo de soja, além de suplemento de P, devem conter também metionina.

Estes resultados comprovam que o nutriente limitante nas rações com suplementação de P foi a metionina, que deve ser suplementada em rações à base de farelo de soja, com inclusão de pelo menos 6,76% de FR, de acordo com os dados obtidos neste experimento. A inclusão de metionina sintética em rações em que o farelo de soja é a principal fonte de PB também é necessária para tilápia-do-nilo na fase de crescimento (Furuya, 2000), truta (Médale et al., 1998) e salmão (Storebakken et al., 2000).

Quanto ao comprimento final médio dos peixes, os melhores resultados foram observados nos animais que receberam suplementação de P ($P<0,05$), não havendo diferença entre estes tratamentos. Comportamento semelhante foi observado para a conversão alimentar dos peixes, que, com as rações suplementadas com fosfato bicálcico e/ou FR foi em média de 60%

mais eficiente ($P<0,05$) que com a ração controle. Este resultado pode ser explicado, pois a digestibilidade dos nutrientes da ração é prejudicada em peixes alimentados com dietas deficientes em P (Rodehutschord et al., 2000), em função do seu importante papel nos processos de armazenagem e transferência de energia química no organismo por meio do ATP (Lehninger et al., 1995). Portanto, as rações para peixes devem ser suplementadas com fontes de P.

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) na sobrevivência dos peixes alimentados com as diferentes rações. Na ração controle, havia 0,57% de P total, que representa 0,24% de P disponível, quantidade que não prejudicou a sobrevivência, mas não foi suficiente para possibilitar desempenho satisfatório aos peixes. Resultados semelhantes para sobrevivência foram observados por Boscolo et al. (2003), que, ao determinarem a exigência de P para tilápias em fase de crescimento, alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, com ração sem suplementação de P, não constataram influência de P sobre a taxa de sobrevivência dos peixes. No entanto, os melhores resultados de desempenho foram obtidos com a ração contendo pelo menos 0,70% de P total, com 1,8% de suplementação de fosfato bicálcico. Robinson et al. (1987), trabalhando com ração purificada e suplementação de P com fosfato de sódio monobásico, recomendaram para a tilápia (*Oreochromis aureus*) 0,50% de P na ração para melhor desempenho. Neste experimento, a ração controle apresentou 0,57% de P

Tabela 3 - Valores médios de desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com as diferentes rações experimentais

Table 3 - Average values (%) of Nile tilapia fingerlings fed different experimental diets

Variável Variable	Tratamento Treatment				CV (%)
	CO ¹	FB ²	FB+FR ³	FT ⁴	
Peso inicial (g) (Initial weight)	0,58a	0,58a	0,57a	0,57a	2,04
Peso final (g) (Final weight)	1,98b	3,35ab	4,55a	4,34a	24,33
Comprimento final (cm) (Final length)	4,83b	5,82a	6,47a	6,41a	8,37
Conversão alimentar (Feed:gain ratio)	2,58a	1,71b	1,47b	1,49b	12,12
Sobrevivência (%) (Survival rate)	83,33a	80,00a	60,00a	83,33a	28,38

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($P<0,01$) pelo teste Duncan.

¹ Ração à base de milho (M) + farelo de soja (FS), sem suplementação de fósforo (P).

² Ração à base de M e FS, suplementada com fosfato bicálcico (FB).

³ Ração à base de M e FS, suplementada com 50% de P e 50% de FR.

⁴ Ração à base de M e FS, suplementada com FR.

Means within a row with distinct letters differ ($P<0.01$) by Duncan test.

¹ Corn (M) + soybean meal (FS)-based diet, without phosphorus (P) supplementation.

² M and FS-based diet, supplemented with dicalcium phosphate (FB).

³ M and FS-based diet, supplemented with 50% FB and 50% FR.

⁴ M and FS-based diet, supplemented with FR.

Tabela 4 - Composição em aminoácidos disponíveis das rações experimentais

Table 4 - Available amino acids composition of the experimental diets

Aminoácido disponível ¹ (%) <i>Available amino acid</i>	Tratamento <i>Treatment</i>			
	CO ²	FB ³	FB + FT ⁴	FT ⁵
Arginina (<i>Arg</i>)	2,47	2,48	2,50	2,52
Fenilalanina (<i>Phe</i>)	1,29	1,28	1,30	1,32
Histidina (<i>Hys</i>)	0,79	0,78	0,80	0,83
Isoleucina (<i>Ile</i>)	1,16	1,16	1,16	1,15
Leucina (<i>Leu</i>)	2,14	2,14	2,16	2,19
Lisina (<i>Lys</i>)	1,63	1,63	1,64	1,66
Metionina (<i>Met</i>)	0,25	0,25	0,30	0,35
Treonina (<i>Thre</i>)	0,96	0,96	0,97	0,99
Triptofano (<i>Try</i>)	0,37	0,37	0,36	0,34
Valina (<i>Val</i>)	1,20	1,20	1,21	1,23
Metionina + cistina <i>Met+Cys</i>	0,62	0,62	0,66	0,71

¹ Com base nos valores de aminoácidos disponíveis determinados por Furuya et al. (2000) Boscolo (2003).

² Ração à base de milho (M) + farelo de soja (FS), sem suplementação de fósforo (P).

³ Ração à base de M e FS, suplementada com fosfato bicálcico (FB).

⁴ Ração à base de M e FS, suplementada com 50% de P e 50% de FB.

⁵ Ração à base de M e FS, suplementada com FR.

¹ Based on the values of amino acid available determined by Furuya (2000) and Boscolo (2003).

² Corn (M) + soybean meal (FS)-based diet, without phosphorus (P) supplementation.

³ M and FS-based diet, supplemented with dicalcium phosphate (FB).

⁴ M and FS-based diet, supplemented with 50% FB and 50% FR.

⁵ M and FS-based diet, supplemented with FR.

total, porém a disponibilidade de P em alimentos de origem vegetal é baixa, em razão de a maior quantidade de P estar na forma de fitatos.

Os valores médios da composição corporal dos alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias e/ou fosfato bicálcico como suplementação de fósforo (P) estão apresentados na Tabela 5.

O teor da proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) dos peixes não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Segundo Contreras-Guzman (1994), o principal macronutriente que varia em função do ambiente e da alimentação é a gordura e as variações nos outros nutrientes são, muitas vezes, relativas aos teores de gordura.

As rações suplementadas com P não deferiram entre si ($P > 0,05$) quanto ao teor de extrato etéreo dos peixes, no entanto, a ração controle proporcionou maior teor ($P < 0,05$) deste composto que as demais. Resultado semelhante foi observado por Chavez-Sanchez et al. (2000) para o ciclídeo americano (*Cichlasoma urophthalmus*) alimentado com dietas deficientes em P. De acordo com Rodeshutscord (1996), a síntese de ácidos graxos via citrato dos aminoácidos pode ser acelerada pela deficiência de P.

Tabela 5 - Valores médios de composição corporal de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com as diferentes rações experimentais, com base na matéria seca

Table 5 - Average values of body composition of Nile tilapia fingerlings fed different experimental diets, dry matter basis

Variável <i>Variable</i>	Variável (matéria seca) ¹ <i>Variable (dry matter)</i>				CV (%)
	CO ¹	FB ²	FB+FR ³	FT ⁴	
Proteína bruta (%) (<i>Crude protein</i>)	60,24a	58,14a	61,94a	60,92a	3,81
Extrato etéreo (%) (<i>Ether extract</i>)	33,81a	20,81b	21,57b	22,30b	18,74
Matéria mineral (%) (<i>Ash</i>)	10,54b	12,59a	12,07ab	13,17a	6,79
Cálcio (%) (<i>Calcium</i>)	3,06b	3,49a	3,54a	3,61a	4,89
Fósforo (%) (<i>Phosphorus</i>)	1,84b	2,03a	2,07a	2,10a	4,28

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,01$) pelo teste Duncan.

¹ Ração à base de milho (M) + farelo de soja (FS), sem suplementação de fósforo (P).

² Ração à base de M e FS, suplementada com fosfato bicálcico (FB).

³ Ração à base de M e FS, suplementada com 50% de P e 50% de FB.

⁴ Ração à base de M e FS, suplementada com FR.

Means within a row with distinct letters differ ($P < 0,01$) by Duncan test.

¹ Corn (M) + soybean meal (FS) based diet, without phosphorus (P) supplementation.

² M and FS-based diet, supplemented with dicalcium phosphate (FB).

³ M and FS-based diet, supplemented with 50% FB and 50% FR.

⁴ M and FS-based diet, supplemented with FR.

A melhor mineralização ($P < 0,05$) foi obtida com a ração FT, resultado similar ao obtido com as outras rações suplementadas com P. O menor teor de matéria mineral dos peixes foi proporcionado pela ração CO, não diferindo da ração FB + FR. Quanto ao teor de Ca e P dos peixes, a maior quantidade ($P < 0,05$) foi observada naqueles que consumiram as rações FT, FR + FB e FB, que não diferiram entre si e foram superiores à ração CO. Bureau & Cho (1999) também observaram maior porcentagem de P em carcaças de truta alimentadas com rações com maior suplementação de P.

Diante dos resultados, observa-se que a inclusão de 6,76% de FR em rações à base de ingredientes vegetais convencionais contendo milho e farelos de soja e trigo resultou em ótimo desempenho, indicando que este nível de inclusão contribui positivamente para a suplementação equilibrada de aminoácidos.

Conclusões

A farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias pode ser incluída em até 13,52% em rações para alevinos de tilápia-do-nilo e melhora o desempenho e a deposição corporal de nutrientes, apresentando-se, portanto, como ótima fonte de aminoácidos e fósforo.

Literatura Citada

- BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura**: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003. 128p.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atráctantes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001a.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001b.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSCOLO, W.R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 98p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual de Maringá, 2003.
- BOSCOLO, W.R.; BROLL, F.; REIDEL, A. et al. Exigência de fósforo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase inicial de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: CONBEP, 2003. CD-ROM.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co., 1990. 482p.
- BUREAU, D.P.; CHO, C.Y. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. **Aquaculture**, v.179, p.127-140, 1999.
- CHAVEZ-SANCHEZ, C.; MARTINEZ-PALACIOS, C.A.; MARTINEZ-PEREZ, G. et al. Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.1-9, 2000.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.
- DATO-CAJEGAS, C.R.S.; YAKUPITIYAGE, A. The need dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. **Aquaculture**, v.144, n.1-3, p.227-327, 1996.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.
- FAGBENRO, O.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquaculture Engineering**, v.14, p.143-153, 1995.
- FURUYA, W.M. **Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2000. 69p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2000.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1143-1149, 2001.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3 p.733-737, 1999.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.823-828, 2002.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. New York: Cambridge University Press, 1988. 388p.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.5, n.2, p.216, 1957.
- KOTZAMANIS, Y.P.; ALEXIS, M.N.; ANDRIOPOULOU, A. et al. Utilization of waste material resulting from trout processing in gilthead bream (*Sparus aurata* L.) diets. **Aquaculture Research**, v.32 (suppl.1), p.288-295, 2001.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.
- MÉDALE, F.; BOUJARD, T.; VALLÉE, F. et al. Voluntary feed intake, nitrogen and phosphorus losses rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed increasing dietary levels of soy

- protein concentrate. **Aquaculture Living Resource**, v.4, p.239-246, 1998.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alguns alimentos protéicos para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestics animals**. Washington, D.C.: 1993. 114p.
- NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H. et al. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v.405, n.29, p.1017-1024, 2000.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v.217, p.599-611, 2003.
- ROBINSON, E.H.; LABOMASCUS, D.; BROWN, P.B. et al. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium-free water. **Aquaculture**, v.64, p.267-276, 1987.
- RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. **Aquaculture**, v.188, p.383-398, 2000.
- RODEHUTSCORD, M. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50 to 200 g to supplements of dibasic sodium phosphate in a semipurified diet. **Journal of Nutrition**, v.126, p.324-331, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1987. 275p.
- STOREBAKKEN, T.; SHEARRER, 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.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário).
- WATANABE, W.O.; LOSORDO, T.M.; FITZSIMMONS, K. et al. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trend and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v.10, p.465-498, 2002.
- YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H. et al. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.214, p.289-305, 2002.

Recebido em: 09/03/04

Aceito em: 31/05/05