

## DESEMPENHO PRODUTIVO DA TILÁPIA-DO-NILO ARRAÇOADA COM DIETA CONTENDO FARELO DE NABO FORRAGEIRO

Vivian Gomes dos SANTOS<sup>1</sup>; Ademir Calvo FERNANDES JUNIOR<sup>1</sup>; João Fernando Albers KOCH<sup>1</sup>; Margarida Maria BARROS<sup>2</sup>; Igo Gomes GUIMARÃES<sup>1</sup>; Luiz Edivaldo PEZZATO<sup>2,3</sup>

### RESUMO

Fontes protéicas alternativas têm sido estudadas com o intuito de reduzir o custo da ração. Foram distribuídos 180 alevinos de tilápia-do-Nilo (2,0 g), em 30 aquários (50 L), submetidos a um delineamento inteiramente casualizado (cinco tratamentos e seis repetições). Os peixes foram arraçoados com dietas isoprotéicas (28,0% proteína digestível) e isoenergéticas (3.000 kcal de energia digestível kg<sup>-1</sup> de ração), onde a proteína do farelo de soja foi substituída pela proteína do farelo de nabo forrageiro em 0; 12,5; 25; 50 e 75%. Após 90 dias, foram determinados o desempenho produtivo e a composição química do filé. Conclui-se que o farelo de nabo forrageiro pode substituir até 25,0% da proteína do farelo de soja, sem prejuízos ao desempenho produtivo e a composição bromatológica do filé de alevinos de tilápia-do-Nilo.

**Palavras-chave:** Desempenho; *Oreochromis niloticus*; *Raphanus sativus*

## PERFORMANCE OF NILE TILAPIA FED DIETS CONTAINING MEAL RADISH FORAGE

### ABSTRACT

Alternative protein sources have been studied in order to reduce feed costs. In a completely random experimental design (five treatments and six replicates) 180 Nile tilapia fingerlings were distributed in 30 aquaria (50 L). The fish were fed isoprotein (28% digestible protein) and isoenergetic (3000 kcal digestible energy kg<sup>-1</sup>) diets where soybean meal was substituted by fodder radish meal at the following levels: 0, 12.5, 25, 50 and 75%. Performance and chemical composition of the fillet were determined after 90 days. It was conclude that fodder radish meal can substitute soybean meal up to 25% without any interference on performance and fillet composition of Nile tilapia fingerlings.

**Key words:** Performance; *Oreochromis niloticus*; *Raphanus sativus*

---

**Artigo Científico:** Recebido em: 02/03/2009 – Aprovado em: 27/10/2009

<sup>1</sup> Laboratório de nutrição de organismos aquáticos, AquaNutri, UNESP, FMVZ. Botucatu - São Paulo - Brasil

<sup>2</sup> Departamento de nutrição e melhoramento animal, UNESP, FMVZ. Fazenda Lageado – Botucatu - São Paulo - Brasil

<sup>3</sup> e-mail: epezzato@fca.unesp.br

## INTRODUÇÃO

Os índices zootécnicos de produção dos peixes estão associados à sua homeostase orgânica, com reflexos na qualidade do filé produzido. Estes resultados dependem do manejo a que são submetidos e da sua nutrição. Na natureza, as tilápias aproveitam ampla variedade de alimentos incluindo algas, ovos e larvas de peixes, zooplâncton, plantas aquáticas e detritos. Essa variedade e seleção dos ingredientes proporcionam o atendimento de suas necessidades nutricionais (CASTAGNOLLI, 1979).

Em sistemas intensivos de produção é essencial que a ração se aproxime ao máximo das exigências dos peixes, já que os materiais disponíveis no meio aquático ficam limitados à alimentação, além das altas densidades utilizadas nesses sistemas e do alojamento, geralmente em tanques-rede (PEZZATO *et al.*, 2004).

Parte considerável dos custos de produção nos sistemas aquícolas pode ser atribuída ao alimento consumido, sendo a proteína o nutriente que mais onera o custo da ração. Normalmente, esses organismos consomem entre 2,0 e 3,0% de seu peso vivo em alimento seco por dia (STICKNEY, 1997). Uma grande diversidade de ingredientes tem sido empregada em dietas para peixes. Muitos estudos são realizados com alimentos alternativos, a fim de reduzir os custos de produção. Em estudos com alevinos de curimatã (*Prochilodus lineatus*), arraçoados com dietas contendo níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de canola (até 100%), GALDIOLI *et al.* (2002) verificaram que o aumento dos níveis de inclusão acarretou redução no desempenho dos mesmos.

O nabo forrageiro é uma oleaginosa promissora para a obtenção de biocombustível. Tem sido muito empregada para adubação verde e rotação de culturas, por possuir maior adaptabilidade do que as culturas da canola, mostarda e outras *Brassicaceae*s, podendo ser cultivado numa ampla faixa de clima, do tropical ao temperado, com bom desenvolvimento vegetativo, favorecendo a floração, em temperaturas relativamente baixas. A cultura se adapta bem em solos arenosos, e solos de média fertilidade, porém corrigidos com calcário e fósforo (CALEGARI, 1990; DERPSCHE e

CALEGARI, 1992). Por meio do processamento, obtêm-se o farelo, que contém elevado teor protéico e se apresenta como boa fonte de proteína alternativa.

As plantas pertencentes à família das crucíferas, como o nabo forrageiro, canola, mostarda, entre outras, apresentam várias substâncias antinutricionais como os glicosinatos, fitatos, compostos fenólicos, ácido erúico e taninos (BELL, 1993). Os glicosinatos, quando intactos, não são tóxicos aos animais. Entretanto, os produtos da sua hidrólise, pela ação da enzima mirosinase ou tioglicosidase, podem ser prejudiciais ao metabolismo dos animais e, conseqüentemente, à saúde e ao desempenho produtivo (TOOKEY *et al.*, 1980).

Os efeitos da utilização do farelo de nabo forrageiro nas rações de peixes, bem como dos níveis de inclusão, são desconhecidos. A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a composição química do filé de alevinos de tilápia-do-Nilo arraçoados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de nabo forrageiro em substituição a proteína do farelo de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Unesp - Universidade Estadual Paulista, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no Laboratório de Nutrição de Peixes (AquaNutri), Campus de Botucatu, São Paulo.

A dieta controle (sem inclusão de nabo forrageiro; 0%) foi formulada de forma a atender as exigências nutricionais da espécie e foi confeccionada com o farelo de soja como fonte protéica principal. Foram utilizados quatro níveis de substituição: 12,5; 25; 50 e 75% da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de nabo forrageiro. As rações experimentais também foram formuladas com base nas exigências em nutrientes e energia digestíveis para a tilápia-do-Nilo (NRC, 1993; FURUYA *et al.*, 2001; PEZZATO *et al.*, 2004), sendo isoenergéticas (3.000 kcal energia digestível kg<sup>-1</sup> de ração), isofibrosas (5% de fibra bruta) e isoprotéicas (28% de proteína digestível).

Para formulação das dietas, foram utilizados os valores, para o farelo do nabo forrageiro, de

91,28% de matéria seca, 34,54% de proteína digestível e 3.203 kcal de energia digestível kg<sup>-1</sup>, para a tilápia-do-Nilo, apresentados por SANTOS (2008), e os valores digestíveis dos demais alimentos, de GUIMARÃES *et al.* (2008 a,b).

Para a confecção e preparo das rações (Tabela 1), todos os ingredientes foram moídos e homogeneizados. Após esse processo, foi adicionado água a 55°C, nas proporções de 21% para os tratamentos com 0; 12,5 e, 25% de farelo de nabo forrageiro, e de 15% de adição de água

para os tratamentos com 50 e 75% de farelo de nabo forrageiro. A redução na quantidade de água se fez necessária porque o farelo de nabo forrageiro apresenta alta capacidade de retenção de água. As rações foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 55°C durante 24 horas. Posteriormente, os grânulos foram fracionados em diferentes diâmetros médios (1,0 mm; 1,70 mm e 3,26 mm), adequando-os ao tamanho da boca dos peixes, e permaneceram armazenados a -18,0°C até sua utilização.

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada das dietas experimentais para a fase de desempenho produtivo (com base na matéria natural)

Ingrediente	Nível de substituição (%)				
	0	12,5	25	50	75
Farelo do nabo forrageiro	0,0	9,18	18,36	36,68	55,02
Farelo de soja	60,50	52,98	45,36	30,35	14,60
Farinha de peixe	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Milho (fubá)	9,58	7,18	3,09	0,0	0,00
Farelo de arroz	3,20	2,26	1,80	0,00	0,00
Quirera de arroz	17,03	18,98	22,49	23,84	19,70
L - lisina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,27
DL - metionina	0,27	0,30	0,33	0,40	0,49
Triptofano	0,0	0,0	0,0	0,06	0,20
Treonina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08
Óleo de soja	1,10	1,30	1,20	2,15	4,01
Fosfato bicálcico	5,15	4,65	4,20	3,35	2,46
Vitamina C <sup>(1)</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum (NaCl)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento min. e vit. <sup>(2)</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT (antioxidante) <sup>(3)</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Matéria seca	96,16	96,35	96,51	96,80	96,56
Proteína digestível	28,56	28,45	28,33	28,10	28,07
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	3001	3000	3002	3001	3001
Fibra bruta	5,01	5,00	5,03	5,04	5,24
Extrato etéreo	4,44	4,75	4,91	5,97	7,90

<sup>1</sup> Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

<sup>2</sup> Suplemento mineral e vitamínico: Composição/kg de produto: Vit. A=1.200.000 UI; vit. D<sub>3</sub>=200.000 UI; vit. E=12.000 mg; vit. K<sub>3</sub>=2.400 mg; vit. B<sub>1</sub>=4.800 mg; vit. B<sub>2</sub>=4.800 mg; vit. B<sub>6</sub>=4.000 mg; vit. B<sub>12</sub>=4.800 mg; ác. fólico=1.200 mg; pantotenato de cálcio=12.000 mg; vit. C=48.000 mg; biotina=48 mg; colina=65.000 mg; ácido nicotínico=24.000 mg; Fe=10.000 mg; Cu=600 mg; Mn=4.000 mg; Zn=6.000 mg; I=20 mg; Co=2 mg e Se=20 mg;

<sup>3</sup> Butil-Hidroxi-tolueno (Antioxidante)

Para o estudo de desempenho produtivo foram utilizados 180 alevinos de tilápia-do-Nilo, com peso médio inicial de 2 g, revertidos

sexualmente, os quais foram alojados aleatoriamente em 30 aquários de 50 L cada, com seis peixes por aquário.

Cada aquário era provido de sistema de recirculação de água, com um biofiltro para manutenção da qualidade físico-química da água. A temperatura da água foi mantida dentro da faixa de conforto térmico para a espécie (25 a 27°C), por meio de termostato digital.

Os peixes foram alimentados até saciedade, quatro vezes ao dia, às 8:00; 11:00; 14:00 e 17:00 horas, durante 90 dias. O fotoperíodo foi ajustado para 12h de luz e 12h de escuro. Foram realizadas limpezas periódicas para a retirada de fezes dos aquários por meio de sifonagens dos mesmos, resultando na renovação de aproximadamente 20% do volume total da água do sistema de recirculação.

No início e no final do período experimental, os peixes foram pesados para a avaliação dos seguintes parâmetros de desempenho produtivo:

$$\text{Consumo de ração (CR)} = \text{MSi (g)} / \text{Pf (g)}$$

em que:

MSi = matéria seca total ingerida pelos peixes de um aquário durante o período experimental; Pf = peso final.

$$\text{Ganho de peso (GP)} = \text{Pf} - \text{Pi}$$

em que:

Pi = peso inicial; Pf = peso final

Taxa de conversão alimentar aparente (CA) = MSi / GP

$$\text{Taxa de Eficiência Protéica (TEP)} = \text{GP} / \text{PBC}$$

em que:

PBC = proteína bruta consumida (g) = CR x % proteína digestível da dieta.

Para a pesagem final, os peixes foram anestesiados com benzocaína (2g/15 L de água). Após a insensibilização, três peixes de cada tratamento foram sacrificados para a determinação da composição químico-bromatológica do filé, segundo a AOAC (1990).

A análise químico-bromatológica do farelo de nabo forrageiro e das rações foi realizada no Laboratório de Bromatologia da FMVZ, UNESP – Campus de Botucatu-SP. A análise da proteína foi realizada segundo a AOAC (1990).

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando constatado significância, aplicou-se o teste de comparações

múltiplas de médias de Tukey (STELL E TORRIE, 1984). Os dados foram analisados utilizando o programa computacional SAEG.

## RESULTADOS

Durante todo o período experimental, foi mantida a qualidade da água. Foram registrados, nos aquários de alimentação, os valores de temperatura (26 ± 0,5°C), pH (7,0 ± 0,5), oxigênio dissolvido (6,2 ± 0,5 mg L<sup>-1</sup>), dureza (5,9 mg L<sup>-1</sup>), alcalinidade (13 mg L<sup>-1</sup>) e NH<sub>3</sub> (147 µg L<sup>-1</sup>), considerados adequados para a espécie (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Observou-se água mais turva nos aquários cujos tratamentos apresentavam maior inclusão de farelo de nabo forrageiro.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de ingestão de matéria seca, ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica e taxa de sobrevivência de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com as diferentes rações. Todos os parâmetros de desempenho foram influenciados (P<0,05) pelos tratamentos, exceto para a taxa de sobrevivência.

Os peixes alimentados com a ração controle, ausente de farelo de nabo, apresentaram maior consumo de ração (P<0,05) comparado com aqueles do tratamento em que 75,0% da proteína do farelo de soja foi substituída pela proteína do farelo de nabo forrageiro. Os peixes dos tratamentos em cujas rações a proteína do nabo forrageiro substituiu a proteína da soja em, 12,5; 25; 50 e 75% apresentaram similares taxas de ingestão (P>0,05).

Os parâmetros de ganho de peso e conversão alimentar obtidos pelos peixes que consumiram as rações sem (0%) e com 12,5% e 25% de substituição do farelo de soja por farelo de nabo forrageiro foram superiores (P<0,05) aos dos peixes que receberam a ração com 75% de substituição, sendo que o ganho de peso dos peixes alimentados com a ração em que o farelo de nabo forrageiro substituiu 50% do farelo de soja foi semelhante ao dos peixes que receberam a dieta em que o nabo forrageiro substituiu 12,5% do farelo de soja. Entretanto, os peixes arraçoados com a dieta 50% tiveram semelhante ganho de peso e conversão alimentar que aqueles que receberam as dietas dos tratamentos 12,5% e 75%.

**Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de tilápias-do-Nilo alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo de nabo forrageiro em substituição a proteína do farelo de soja

Variável	Nível de substituição (%)					CV
	0%	12,5%	25%	50%	75%	
MSI (g)	312,61a	300,02ab	300,29ab	275,69ab	222,32b	18,47
GP (g)	286,2a	236,42ab	255,35a	182,52bc	141,85c	18,4
CAA	1,10a	1,27ab	1,17a	1,53bc	1,59c	13,44
TEP	2,10a	2,20bc	2,00ab	2,80cd	1,70d	10,23
TS (%) (ns)	83,33	90,00	93,33	70,00	73,33	20,98

MSI: ingestão de matéria seca; GP: ganho de peso; CAA: conversão alimentar aparente; TEP: taxa de eficiência protéica; TS: taxa de sobrevivência

\* Valores na linha seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ )

\* ns valores não significativos estatisticamente (Teste de Tukey,  $p > 0,05$ )

As melhores ( $P < 0,05$ ) respostas da taxa de eficiência protéica foram apresentadas pelos peixes que receberam as rações dos tratamentos 0% e 25%. O resultado de eficiência protéica proporcionado pelo 12,5% foi semelhante ao 25%, enquanto os peixes arraoados com as rações 50% e 75% apresentaram as piores respostas de aproveitamento da proteína dietária, não diferindo entre si.

Os resultados da composição química (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) do filé dos peixes alimentados com as dietas contendo os diferentes níveis de inclusão do farelo de nabo forrageiro, em substituição a proteína do farelo de soja, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição química do filé expressa na matéria natural de tilápias-do-Nilo alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FNF em substituição a proteína do farelo de soja

Variável (%)	Nível de substituição (%)					CV
	0%	12,5%	25%	50%	75%	
Umidade	76,10ab	75,01a	76,76b	74,73a	75,36a	2,11
Proteína bruta (ns)	21,32	21,49	21,16	22,43	21,76	2,26
Extrato etéreo (ns)	1,93	2,10	1,98	2,60	1,93	18,1
Matéria mineral	1,52a	1,35ab	1,23b	1,33b	1,26b	6,49

\* Valores na linha seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ )

\* ns valores não significativos estatisticamente (Teste de Tukey,  $p > 0,05$ )

Pode-se observar que não existiram diferenças ( $P > 0,05$ ) nos conteúdos de proteína bruta e extrato etéreo nos filés dos peixes arraoados com as diferentes rações. O teor de umidade dos filés dos peixes do tratamento controle foi semelhante a dos demais tratamentos. Entretanto, o filé dos peixes provenientes do tratamento 25% apresentou maior teor umidade ( $p < 0,05$ ) que aqueles que receberam rações dos tratamentos 12,5%, 50% e 75%.

Os filés dos peixes dos tratamentos controle (0%) e 12,5% apresentaram semelhantes teores de matéria mineral. Observou-se, ainda, que os peixes arraoados com as rações 25%, 50% e 75% apresentaram filés com menor ( $P < 0,05$ ) teor de

matéria mineral, e que esse conteúdo foi semelhante ao dos peixes do tratamento 12,5%.

## DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que a presença do nabo forrageiro interfere na ingestão alimentar da tilápia-do-Nilo (Tabela 2). Isso pode estar associado a diversos fatores, com destaque à palatabilidade da dieta, a estabilidade física da ração e, a presença de fatores antinutricionais entre outros. KORITSAS *et al.* (1991) relataram que a presença de antinutricionais em alimentos vegetais pode reduzir a ingestão, uma vez que os glicosinatos, sinegrina e progoitrina, conferem

gosto amargo aos alimentos. Os taninos também podem ter interferido na ingestão, pela formação de complexos com proteínas, tornando-os insolúveis e inativando as enzimas digestivas. Além disso, se ligam a outras macromoléculas como o amido, causando a redução no valor nutricional dos alimentos (CHUNG *et al.*, 1998; GUZMÁN-MALDONADO *et al.*, 2000).

Observou-se pior ganho de peso, conversão alimentar e eficiência protéica dos peixes que receberam as rações 50% e 75%. Entretanto, a proteína do farelo de nabo forrageiro pode substituir parte da proteína do farelo de soja, sem prejuízos às respostas de desempenho zootécnico dos peixes. Isso confirma os resultados encontrados com alevinos dessa mesma espécie por SOUZA *et al.* (2004). Estes autores avaliaram diferentes fontes protéicas de origem vegetal e concluíram que, além do farelo de soja, é possível utilizar os farelos de canola e de girassol, sem prejuízo ao desempenho dos peixes.

GALDIOLI *et al.* (2002) estudaram os efeitos da substituição de até 100% da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus*). Como na presente pesquisa, observaram limites de inclusão da canola, pois houve redução linear no ganho de peso e na eficiência protéica e na conversão alimentar.

HIGGS *et al.* (1982, 1983) observaram ser possível incluir até 25,5% de farelo de canola em dietas práticas para salmões (*Oncorhynchus tsawyttscha*); HILTON e SLINGER (1986), a inclusão de 40%; BUREL *et al.* (2001), 50% em dietas para truta arco-íris; e DAVIES *et al.* (1990), 15% da ração para alevinos de tilápia mossâmbica (*Oreochromis mossambicus*), sem prejuízos às respostas de desempenho. FURUYA *et al.* (1997) demonstraram que o farelo de canola substituiu até 35,8% da proteína do farelo de soja na dieta, e SOARES *et al.* (2001), até 48,1%, enquanto GAIOTTO *et al.* (2004), até 24% da ração, sem prejuízos ao ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica para a tilápia-do-Nilo.

Os resultados de desempenho zootécnico encontrados na presente pesquisa confirmam, ainda, os encontrados com essa mesma espécie, quando da utilização de outros alimentos protéicos de origem vegetal, portadores de

diversas substâncias antinutricionais. Em pesquisas com alevinos de tilápia-do-Nilo, CHIEN e CHIU (2003) avaliaram o feijão lupino (*Lupinus angustifolius*); SIDDHURAJU e BECKER (2003), a soja crua, e RICHTER *et al.* (2003), a mucuna e, observaram piores respostas de crescimento, conversão alimentar e valor produtivo da proteína, alta umidade e cinzas na carcaça e baixos níveis de lipídeos e energia, pela ação dos antinutricionais presentes. Tais respostas (Tabela 2) podem ser resultantes, também do desbalanço de aminoácidos destes alimentos, quando comparados aos contidos no farelo de soja. Em pesquisa com a tilápia-do-Nilo, AS-GODA *et al.* (2007) determinaram os efeitos da substituição da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja extrusado, grão de soja extrusado e pelo glúten de milho. Os autores concluíram que, embora esse peixe utilize eficientemente alimentos vegetais, além dos antinutricionais, estes se mostram deficientes em aminoácidos limitantes (arginina, histidina e treonina).

SANTOS (2008), em estudos para conhecer o valor nutritivo do farelo de nabo forrageiro para a tilápia do Nilo, observou que, como a maioria dos alimentos de origem vegetal, o farelo de nabo forrageiro apresenta baixos valores de aminoácidos, principalmente os essenciais (0,21% de metionina e 1,42% de lisina). Segundo GUIMARÃES (2006), esses aminoácidos também se mostram limitantes para o farelo de soja (0,53% de metionina e 3,97% de lisina).

A composição química do pescado é extremamente variável e depende de vários fatores (época do ano, tipo, quantidade e qualidade do alimento, estágio de maturação sexual, idade e, parte do corpo analisada) (CASTAGNOLLI, 1979). Nesse sentido, OETTERER *et al.* (2004) encontraram diferença ( $p < 0,05$ ) na composição centesimal de filés de tilápia (16,6 a 17,1% proteína bruta; 1,6 a 1,9% gordura e 78,4 e 79,2% de umidade); nesse mesmo sentido, LEONHARDT *et al.* (2006) estudaram a composição do filé de tilápia-do-Nilo (linhagem tailandesa, local e cruzamento de ambas) e encontraram diferenças ( $P < 0,5$ ) apenas para o teor de gordura (1,8 a 2,9%), enquanto os teores de proteína bruta (18,4 a 19,3%), matéria mineral (1,3 a 1,4%) e umidade (75,9 a 78,1%) foram similares. Os valores de composição química apresentados

neste estudo (Tabela 3) estão próximos aos obtidos pelos demais autores citados, entretanto, observou-se um ligeiro aumento nos valores de proteína-bruta dos filés.

## CONCLUSÃO

O farelo de nabo forrageiro pode ser utilizado em dieta para alevinos de tilápia-do-Nilo, substituindo até 25% da proteína do farelo de soja, sem prejuízos ao desempenho produtivo e composição química do filé.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. 1990 *Official Methods of Analysis*. 16. ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- AS-GODA, A.M.; Wafa, M.E.; EL-HAROUN, E.R.; CHOWDHURY, M.A.K. 2007 Growth performance and feed utilization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and tilapia galiae (*Sarotherodon galilaeus*) fingerlings fed plant protein-based diets. *Aquaculture Research*, Oxford, 38: 827-837.
- BELL, J.M. 1993 Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Canadian Journal Animal Science*, Ottawa, 73: 679-697.
- BUREL, C.; BOUJARD, T.; KAUSHIK, S. J.; BOEUF, G.; MOL, K. A.; VAN DER GEYTEN, S.; DARRAS, V. M.; KÜHN, E. R.; PRADET-BALADE, B.; QUÉRAT, B.; QUINSAC, A.; KROUTI M.; AND RIBAILLIER D. 2001 Effects of rapeseed meal-glucosinolates on thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout. *General and Comparative Endocrinology*, Oxford, 124(3): 343-358.
- CASTAGNOLLI, N. 1979 Fundamentos de nutrição de peixes. São Paulo: Livrocere. 107p.
- CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. Londrina: IAPAR, 1990. 37 p. (Boletim técnico, 35).
- CHIEN, Y.H. e CHIU, Y.H. 2003 Replacement of soybean (*Glycine max*) meal by lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal in diet for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared indoors. *Aquaculture Research*, Oxford, 34: 1261-1268.
- CHUNG, K.T.; WONG, T.Y.; WEI, C-I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. 1998 Tannins and human health: a review. *Critical Reviews. Food Nutrition*, Amherst, 38(6): 421-464, 1998.
- DAVIES, S.J.; MCCONNELL, S.; BATESON, R.I. 1990 Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, Amsterdam, 87(1): 145-154.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. Londrina: Iapar, 1992, p.80 (Circular, 73).
- FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. 1997 Farelo de canola na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de reversão de sexo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 26(6): 1067-1073.
- FURUYA, W.M.; LUIZ EDIVALDO PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; FURUYA, V.R.B.; BARROS, M.M. 2001 Coeficientes de digestibilidade e valores digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 30(4): 1143-1149.
- GAIOTO, J.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; FERNANDES, T.R. 2004 Farelo de canola para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada. *Acta Scientiarum*, Maringá, 26(1): 15-19.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, V.R.B.; FARIA, A.C.E.A. 2002 Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 31(2): 552-559.
- GLENCROSS, B.D.; BOOTH, M.; ALLAN, G.L. 2007 A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, 13: 17-34.
- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. 2008b Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture. Nutrition*, Oxford, 14: 396-404.

- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. 2008a Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. *Journal of World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 39(6): 781-789.
- GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ. 2000 Protein and mineral content of a novel collection of wild and weed common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 80(13): 1874-1881, 2000.
- HIGGS, D.A.; FAGERLUND, U.H.M.; MCBRIDE, J.R.; PLOTNIKOFF, M.D. 1983 Protein quality of Altex canola meal for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3,5,3-triiodo-L thyronine content. *Aquaculture*, Amsterdam, 34: 213-328.
- HIGGS, D.A.; MCBRIDE, J.R.; MARKERT, J.R.; DOSANJH, B.S.; PLOTNIKOFF, M.D. 1982 Evaluation of tower and candle rapeseed (canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, Amsterdam, 29(1): 1-31.
- HILTON, J.W. e SLINGER, S.J. 1986 Digestibility and utilization on canola meal in practical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, 43(6): 1149-1155.
- KORITSAS, V.M.; J. A. LEWIS, J.A.; FENWICK, G.R. 1991 Glucosinolate responses of oilseed rape, mustard and kale to mechanical wounding and infestation by cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*). *Annals of Applied Biology*, 118(1): 209-221.
- LEONHARDT, J.H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A.M. 2006 Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 27(1): 125-132.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NAS/NRC. 1993 *Nutrient requirements of warm water, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals*. Washington, 102p.
- OETTERER, M.; SIQUEIRA, A.; GRYSCHKEK, S.B. 2004 Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo: TecArt, Cap. 15, p. 481-500.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. 2004 Nutrição de Peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. *Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo: Aquabio, v.1, p.75-170.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. 2003 Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera*) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Amsterdam, 217: 599-611.
- SANTOS, V.G. 2008. Valor nutritivo, pela tilápia do Nilo, do farelo de nabo forrageiro. 49p. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu)
- SIDDHURAJU, P. e BECKER, K. 2003 Comparative nutritional evaluation of differentially processed mucuna seeds (*Mucuna pruriens*) on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, , Ottawa, 34: 487-500.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; 1994 Limnologia aplicada a aqüicultura. *Boletim Técnico do CAUNESP*. n.1, Jaboticabal: FUNEP. 70 p.
- SOARES, C.M. ; HAYASHI, C.; FARIA, A.C.E.A.; FURUYA, W.M. 2001 Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 30(4): 1172-1177.
- SOUZA, S.R. ; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M.; NAGAE. M.Y. 2004 Diferentes fontes



protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. *Acta Scientiarum*. Maringá, 26: 21-28.

STEEL, R.G.D. e TORRIE, S.H. 1984 *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2. ed. Auckland: Mc Graw-Hill International, 633p.

STICKNEY, R.R. 1997 *Tilapia nutrition, feeds and feeding*. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. (eds.) *Tilapia aquaculture in the Americas*. Louisiana: World Aquaculture Society. 258p.

TOOKEY, H.L.; VANETTEN, C.H.; DAXENBICHLER, M.E. 1980. Glucosinolates in toxic constituents of plant foodstuffs. 2ed. (I.E. Liener, ed.), Academic Press, New York, p. 103-142.