

Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual

Sandra Regina de Souza^{1*}, Carmino Hayashi¹, Eliana Maria Galdioli¹, Claudemir Martins Soares¹ e Fábio Meurer²

¹Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus de Toledo, Toledo, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: srsouza@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar diferentes fontes protéicas de origem vegetal para a tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual, foram utilizadas 360 larvas distribuídas em 24 aquários (12 litros cada) em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Foram comparadas quatro fontes protéicas de origem vegetal, sendo o farelo de soja (FS), farelo de canola (FC), farelo de girassol (FG) e farelo de algodão (FA). A uniformidade do lote, o fator de condição e a sobrevivência não foram afetadas pelos diferentes tratamentos. O FA levou aos piores resultados no peso e no comprimento final. A matéria seca da carcaça dos peixes alimentados com FG apresentou-se superior a do FS ($p < 0,05$). A porcentagem de proteína bruta da carcaça foi mais alta nos tratamentos FC e FS, sendo que a menor porcentagem foi observada no FG. Conclui-se que os farelos de soja, canola e girassol podem ser utilizados como fontes protéicas de origem vegetal sem prejudicar o desempenho das larvas de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: alimentação, fase inicial, fontes protéicas, *Oreochromis niloticus*, reversão sexual, tilápia do Nilo.

ABSTRACT. **Different protein vegetal sources for the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) during sexual reversion.** Three hundred and sixty Nile tilapia larvae were distributed in 24 12L-aquaria to evaluate different protein vegetal sources. Design was totally randomised with four treatments and six repetitions. Four protein vegetal sources were compared: soy meal (SM), canola meal (CM), sunflower meal (FG) and cotton meal (TM). Uniformity of lots, condition factor and survival were not affected by the different treatments. TM had the worst results in weight and final length. Carcass dry matter of fish fed on FM was superior to SM ($p < 0.05$). Percentage of crude protein of carcass was highest in treatments CM and SM; the lowest percentage belonged to FM. SM, CM and FM may be used as protein vegetal sources without any impairment in the performance of Nile tilapia larvae.

Key words: feeding, initial phase, protein sources, *Oreochromis niloticus*, sexual reversion, Nile tilapia.

Introdução

A piscicultura no Brasil, como atividade rural, surgiu na década de 50, no Estado de São Paulo, com a introdução do cultivo da carpa comum (*Cyprinus carpio*), truta arco-íris (*Oncorhynchus nykiss*) e das tilápias (Castagnolli, 1995). No ano de 1971, foi introduzida, no Brasil, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), que se adaptou muito bem as condições climáticas do país (Mainardes-Pinto, 1989). Segundo Castagnolli (1997), o setor da produção animal que mais rapidamente se expande no Brasil é a piscicultura, e por isso ela vem sendo considerada uma nova alternativa econômica para o setor agropecuário brasileiro, uma vez que as

condições hidrográficas e climáticas são favoráveis para o seu desenvolvimento (Lovshin, 1997). O sistema de “pesque-pague”, que nos últimos anos expandiu-se muito, é um dos segmentos responsáveis por um grande incremento da produção brasileira de peixes (Borghetti e Ostrensky, 1998).

Na aqüicultura mundial, as tilápias são classificadas como o segundo grupo de peixes de maior importância (Lovshin, 1998). Embora sendo uma espécie introduzida, a tilápia do Nilo, é sem dúvida, uma das principais espécies com potencial para alicerçar a expansão da piscicultura industrial no Brasil. Essa espécie está devidamente adaptada às nossas condições climáticas e sua criação é feita a

partir de um pacote tecnológico muito bem definido. Além disso, suas características zootécnicas e a alta qualidade de sua carne tornam-na aptas ao processamento industrial e muito bem aceita pelo mercado consumidor (Toyama *et al.*, 2000). De hábito alimentar fitoplanctófago, alimenta-se principalmente de algas clorofíceas (Chellappa *et al.*, 1996), mas aceita qualquer outro tipo de alimento, o que facilita o seu cultivo. Essas características contribuem para o aumento verificado na produção mundial da espécie.

A obtenção de larvas e alevinos em quantidade e qualidade, para atender à demanda cada vez maior pela crescente expansão da piscicultura, depende de soluções eficientes para os inúmeros problemas existentes nos processos de criação. Segundo Cestarolli *et al.* (1997), dentre os fatores responsáveis pelos insucessos na larvicultura destaca-se, como principal, o fator alimentação.

A criação de tilápias para o mercado consumidor apresenta-se mais vantajosa quando praticada a partir de populações monosexo masculinas, uma vez que os machos de tilápia do Nilo apresentam maior crescimento em relação às fêmeas (Toyama *et al.*, 2000). Isso ocorre devido ao fato da maturação sexual das fêmeas estar associada a uma diminuição de ganho de peso, perda da qualidade da carne e maior incidência de doenças (Huet, 1973; Baldisserotto, 2002). A obtenção de populações de 100% machos pode ser obtida através do uso de hormônios esteróides (17 α - metiltestosterona e 17 α - etiniltestosterona) durante o período de diferenciação sexual, o que se dá entre a terceira e a quarta semana após a eclosão (Dixon, 1993).

A quantidade e a qualidade de alimento ingerida por um peixe determina a taxa de crescimento, o tempo de maturidade sexual e, conseqüentemente, o tempo de vida do animal (Nikolsky, 1969 citado por Sipaúba-Tavares, 1993). Assim como na criação de outros animais, o aumento na produtividade de forma economicamente viável é de fundamental importância na piscicultura. O aumento na produtividade requer a utilização de rações completas, pois o alimento natural não é capaz de atender às exigências dos peixes, principalmente quando criados em sistemas intensivos ou super-intensivos, nos quais a elevada biomassa por área e as deficiências ou desbalanços de nutrientes podem acarretar em perdas de produtividade e, conseqüentemente, menor retorno econômico (Furuya *et al.*, 2001). Na aquicultura intensiva, mais de 50% dos custos de produção são com rações (El-Sayed, 1999); isso tem levado a pesquisa de alimentos alternativos que atendam às exigências dos animais sem alterar a qualidade da ração.

As rações para peixes exigem altos níveis de proteína que são provenientes de alimentos de origem animal e vegetal. A proteína corresponde ao nutriente

de máxima importância, pois são os componentes constituintes do organismo de animais em crescimento e, entre outras, são responsáveis pela formação de enzimas e hormônios (Pezzato, 1997).

A futura expansão da aquicultura dependerá principalmente da utilização de dietas balanceadas. Para a obtenção dessas dietas, os ingredientes mais utilizados na confecção de rações para a piscicultura são a farinha de peixe, o farelo de soja e o milho. Vários estudos vêm sendo realizados no sentido de encontrar alimentos alternativos que possam atender às exigências dos animais com a mesma qualidade, porém com menor custo. Esses estudos vêm tentando encontrar fontes protéicas que possam substituir parcial ou totalmente o farelo de soja, que apresenta boa qualidade, mas alto custo.

Dentre os alimentos alternativos que apresentam grande potencial para participar das dietas para a aquicultura, podemos destacar os farelos de canola, girassol e algodão, que vêm sendo empregados em substituição ao farelo de soja.

A farinha de peixe, alimento de origem animal, constitui-se a principal fonte protéica nas dietas para a maioria das espécies cultivadas; é uma excelente fonte de energia digestível, boa fonte de minerais essenciais, elementos traços e vitaminas essenciais (Tacon, 1993). É considerada como alimento padrão em ensaios experimentais em função de seu elevado valor biológico, consequência de seu equilíbrio em aminoácidos essenciais, níveis de cálcio e fósforo, de vitaminas lipo e hidrossolúveis (Pezzato, 1995), entretanto, é alimento de alto custo, que onera significativamente os custos de produção em sistemas aquícolas. O aumento no custo da farinha de peixe vem ocorrendo em função da redução na produção mundial de farinha de peixe, juntamente com o aumento na demanda e competição por esta pelas fábricas de rações para animais domésticos terrestres (El-Sayed, 1998) e rações avícolas (El-Sayed, 1999).

Devido ao melhor perfil de aminoácidos e aos minerais disponíveis nos produtos de origem animal em dietas para peixes, principalmente para as fases iniciais, recomenda-se que parte da proteína dietária seja de origem animal, para que se tenham índices de desempenho satisfatórios (Meer *et al.*, 1995; Mazid *et al.*, 1997; Galdioli *et al.*, 2000).

Obtido da indústria de extração do óleo do grão de soja, o farelo de soja é um subproduto que tem sido a principal fonte protéica de origem vegetal utilizada na nutrição de animais monogástricos, inclusive para os peixes, pois, apresenta valor protéico superior a 40% (Pezzato, 1995). A proteína do farelo de soja tem o melhor perfil de aminoácidos dentre os alimentos protéicos de origem vegetal e possui uma concentração de aminoácidos essenciais, adequada às exigências dos peixes (Lovell, 1989). Apresenta alto teor de lisina em relação aos outros farelos vegetais, além de conter vitaminas do

complexo B e minerais como cálcio e fósforo (Pezzato, 1995).

O farelo de algodão, subproduto da moagem do algodão (*Gossypium* sp.), é uma fonte protéica de boa qualidade e baixo custo. Apresenta valor protéico em geral acima de 40% (Peixoto e Maier, 1993), e elevado teor de fibra. Embora de boa disponibilidade, o farelo de algodão apresenta proteína deficiente em metionina, lisina e treonina, tornando-o nutricionalmente inferior ao farelo de soja (Kubitza, 1997). Apresenta boa palatabilidade, mas apresenta também fatores antinutricionais, como o gossipol e os ácidos ciclopropenóicos. Segundo Vianna (1975), o gossipol pode ser eliminado facilmente por meio de solventes químicos ou pelo calor. Essa operação, contudo, é custosa e encarece o produto, inviabilizando sua utilização, uma vez que a finalidade de uso desse alimento como fonte protéica sucedânea é obter dietas mais econômicas. Vários criadores vêm empregando a semente de algodão na formulação de dietas, embora as conseqüências dessa prática não estejam ainda bem definidas (Salaro *et al.*, 1999).

O farelo de canola é um subproduto da indústria de óleo que tem sido testado para diferentes espécies animais (Murakami *et al.*, 1995), tem um perfil de aminoácidos similar ao do farelo de soja, com níveis mais baixos de lisina e mais elevados de metionina+cistina. Apresenta-se como promissora fonte protéica, com potencial semelhante ao do farelo de soja (Pezzato, 1995). Alguns fatores limitam a inclusão do farelo de canola em dietas para monogástricos, como, por exemplo, alto nível de fibra, teores de ácidos erúricos, compostos fenólicos, metabólitos oriundos da hidrólise dos glicosinolatos (Bell, 1993; Teskeredzic *et al.*, 1995), inibidores de tripsina, taninos (Furuya *et al.*, 1999) e fitatos (Quintero, 2000). Por outro lado, os avanços no melhoramento genético da planta e o uso de técnicas modernas de processamento aumentam a disponibilidade de seus nutrientes, eliminam substâncias tóxicas e colaboram na melhoria do valor nutritivo do produto (Schöne *et al.*, 1996).

O farelo de girassol é subproduto resultante das sementes de girassol (*Helianthus* sp.), moídas após o processo industrial para extração de seu óleo (Anfar, 1988). É um ingrediente que apresenta teores de proteína bruta variando entre 28% a 44%. Seu uso em monogástricos é limitado devido ao alto nível de fibra bruta que varia de 14% a 32%, e deficiência de lisina (Villamide e San Juan, 1998). A semente descorticada apresenta boa palatabilidade, bom balanço de aminoácidos essenciais, altos níveis de niacina, não contém fatores tóxicos, podendo substituir até 50% da farinha de peixe (Pezzato, 1995). A grande variação na composição química e valor energético do farelo de girassol ocorre, principalmente, em função de condições climáticas,

solo, vegetação do local onde são produzidos, além de diferenças entre os cultivares. Os métodos de extração do óleo e processamento no preparo do farelo também afetam a composição química (Karunojeewa *et al.*, 1989; El Zubeir e Ibrahim, 1991; Musharaf, 1991).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho das larvas de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) durante a fase de reversão sexual, quando a proteína do farelo de soja é substituída pela proteína dos farelos de algodão, canola e girassol.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, por um período de 30 dias. Foram utilizadas 360 larvas de tilápia do Nilo, com 48 horas pós-eclosão, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (rações com os farelos de soja, canola, girassol ou algodão) e 6 repetições. Cada unidade experimental era constituída de um aquário com capacidade para 12 litros com 15 larvas, providos de aeração constante através de pedras porosas conectadas a um compressor de ar.

As dietas foram formuladas de tal forma que 50% da proteína exigida foi suprida pela farinha de peixe e os outros 50% supridos pelos alimentos de origem vegetal, conforme Tabela 1, sendo as mesmas isoprotéicas (40% de proteína bruta), isoenergéticas (3.500 kcal/kg de energia digestível), isocálcicas e isofosfóricas (Tabela 2).

O arraçoamento foi realizado 6 vezes ao dia (8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h), com dieta farelada, à vontade. Para a preparação das dietas experimentais, os alimentos foram moídos individualmente em um moinho tipo faca com peneira de 0,5mm, de acordo com Hayashi *et al.* (1999). Em seguida, foram misturados e adicionou-se 30mg/kg do hormônio 17 α -metil-testosterona às dietas, conforme Hayashi (1995).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais com diferente fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo durante a reversão sexual¹.

Ingredientes (%)	Fontes protéicas			
	Soja	Canola	Girassol	Algodão
Farelo de Soja	42,46	-	-	-
Farelo de Canola	-	51,50	-	-
Farelo de Girassol	-	-	49,13	-
Farelo de Algodão	-	-	-	52,16
Farinha de Peixe	37,00	37,00	37,00	37,00
Milho	9,78	15,07	1,86	1,74
Óleo de soja	0,88	2,64	9,76	6,66
Calcário calcítico	-	-	0,72	0,77
Fosfato bicálcico	1,80	-	0,51	0,65
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix ²	0,50	0,50	0,50	0,50

Total	100,00	100,00	100,00	100,00
-------	--------	--------	--------	--------

¹ Baseados nos valores de composição dos alimentos por Rostagno *et al.* (1994); ² Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D3, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K3, 2.400mg; Vit. B1, 4.800mg; Vit. B2, 4.800mg; Vit. B6, 4.000mg; Vit. B12, 4.800mg; Ac. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg.

Tabela 2. Composição química das rações experimentais com diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo durante a reversão sexual (matéria natural)¹.

Nutrientes	Fontes protéicas			
	Soja	Canola	Girassol	Algodão
ED (kcal/Kg) ²	3500,00	3500,00	3500,00	3500,00
Proteína bruta (%)	40,00	40,00	40,00	40,00
Fibra bruta (%)	3,20	6,26	6,10	8,07
Gordura (%)	9,77	9,43	20,25	13,44
Fósforo disponível (%)	1,79	1,79	1,79	1,79
Cálcio (%)	3,14	3,14	3,14	3,14
Lisina (%)	3,29	3,22	2,98	2,84
Met.+Cist. (%)	1,72	1,48	2,22	1,68

¹ Exigências nutricionais baseadas no NRC(1993); ² Valores de energia digestível calculados com base nos coeficientes de digestibilidade propostos por Degani *et al.* (1997); óleo de soja por Sintayehu *et al.* (1996) e farelo de algodão foi calculada segundo New (1987), citado por Pezzato (1997).

Diariamente, antes da primeira alimentação, os tanques foram sifonados para a retirada das fezes e eventuais sobras de ração, na quinzena final do experimento; a sifonagem também foi feita, à tarde, antes da última alimentação. O processo de sifonagem permitiu a renovação de cerca de 20% do volume total de água por vez.

Os parâmetros químicos da água, como pH, condutividade e oxigênio dissolvido, foram medidos semanalmente, enquanto que a temperatura da água foi mensurada diariamente, às 8h e às 17h.

No décimo, vigésimo e ao final do experimento, os animais de cada unidade experimental foram contados e pesados para avaliação da sobrevivência e do peso médio.

Ao final do período experimental, os animais foram pesados e medidos individualmente para avaliação do peso final e comprimento final. Foram avaliados também a sobrevivência final, uniformidade do lote em relação ao peso, matéria seca da carcaça e percentagem de proteína na carcaça.

Para determinar a uniformidade do lote, em cada tratamento foi utilizada a equação descrita por Furuya *et al.* (1998a).

Para determinação da matéria seca e percentagem de proteína na carcaça, os peixes foram secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, depois moídos em moinho tipo bola e submetidos a análises, conforme metodologias descritas por Silva (1990).

As variáveis foram analisadas de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

no qual:

Y_{ij} = observação j na unidade experimental com o tratamento i;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i, $i = 1 \dots \infty$;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os contrastes entre médias comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

Resultados e discussão

Os parâmetros físico-químicos como pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, apresentaram valores médios de $7,48 \pm 0,22$; $215 \pm 17,57 \mu\text{S}/\text{cm}$; $7,22 \pm 0,66 \text{mg}/\text{L}$, respectivamente, estando dentro da faixa recomendada para a aqüicultura (Egna e Boyd, 1997). Já os valores médios de temperatura, de $23,58 \pm 1,02^\circ\text{C}$, permaneceram abaixo dos recomendados.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de desempenho das larvas de tilápia do Nilo após o período de reversão sexual.

A uniformidade do lote em relação ao peso, o fator de condição e a sobrevivência no décimo dia, vigésimo dia e ao final do período experimental não foram afetadas de forma significativa ($p > 0,05$) pelos diferentes tratamentos. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Souza (2002), quando empregaram farelo de algodão para alevinos de tilápia do Nilo; por Galdioli *et al.* (2001) quando utilizaram farelos de canola e algodão para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*); por Soares *et al.* (2000) ao utilizar farelo de canola para alevinos de *L. macrocephalus*; por Soares *et al.* (1999), quando usaram farelo de girassol para alevinos de lambari e por Soares *et al.* (1998), quando valeram-se do farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim; por Hilton e Slinger (1986) quando incluíram 40% de farelo de canola em dietas práticas para truta arco-íris.

Tabela 3. Valores médios de desempenho de larvas de tilápia do Nilo, após o período de reversão sexual, alimentadas com diferentes fontes protéicas de origem vegetal*.

Variáveis	Fontes protéicas				CV
	Algodão	Canola	Girassol	Soja	
Sobrevivência no 10º dia (%)	94,44a	96,67a	86,67a	92,22a	8,99
Peso médio no 10º dia (g)	0,07b	0,10a	0,11a	0,11a	18,40
Sobrevivência no 20º dia (%)	92,22a	93,33a	81,11a	86,67a	9,50
Peso médio no 20º dia (g)	0,10b	0,16ab	0,22a	0,19ab	36,06
Sobrevivência final (%)	85,56a	90,00a	76,67a	80,00a	15,21
Peso final médio (g)	0,10b	0,14ab	0,21a	0,17ab	38,19
Comprimento final médio (cm)	1,77b	2,06ab	2,31a	2,19a	10,53
Fator de condição	1,55a	1,52a	1,72a	1,45a	10,97
Uniformidade do lote em peso (%)	36,58a	31,21a	35,11a	34,42a	39,79
Matéria seca da carcaça (%)	19,18ab	19,30ab	20,27a	17,86b	5,41
Proteína bruta na carcaça MS (%)	60,07b	61,20ab	58,56c	61,99a	1,47

* número inicial: 15; Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente (Teste de Tukey, $p > 0,05$).

Os alevinos que receberam o farelo de algodão

apresentaram um peso médio no décimo dia de experimento inferior aos demais tratamentos, já no vigésimo dia de experimento e ao final do período experimental diferiram significativamente ($p < 0,05$) apenas do tratamento que recebeu o farelo de girassol, tratamento este que apresentou valores superiores aos demais.

Com relação ao comprimento final médio, os peixes que receberam rações com farelo de algodão apresentaram valor inferior aos submetidos aos demais tratamentos, porém não diferiu significativamente ($p > 0,05$) do obtido com o farelo de canola.

A matéria seca da carcaça dos alevinos que receberam o farelo de girassol não diferiu dos ($p > 0,05$) demais tratamentos, distinguindo-se ($p < 0,05$) apenas da observada para os dos alevinos, que receberam o farelo de soja. A percentagem de proteína bruta na carcaça apresentou diferenças ($p < 0,05$) de tal forma que os tratamentos com farelo de canola e soja apresentaram as percentagens mais altas de proteína. Já os peixes que receberam o farelo de girassol apresentaram a menor percentagem de proteína na carcaça.

Em relação ao farelo de algodão, resultados similares ao deste trabalho foram obtidos por Souza (2002), que observou redução no ganho de peso dos alevinos de tilápia do Nilo, quando utilizadas dietas com níveis de inclusão acima de 40% de farelo de algodão. Mbahinzireki *et al.* (2000) concluíram que o farelo de algodão pode substituir a farinha de peixe em até 50% na alimentação para tilápias. Por outro lado, Oioli *et al.* (1992) limitaram o uso do farelo de algodão em 33% para a tilápia do Nilo, sendo que Ofojekwu e Ejike (1984) também observaram reduzido crescimento de tilápias alimentadas com rações contendo torta de algodão ao substituírem 100% da farinha de peixe. El-Sayed (1990) utilizou, para o mesmo peixe, dietas com 30% de proteína bruta e inclusão de 65%-80% de farelo de algodão, verificando que houve redução significativa na taxa de crescimento dos animais. Em trabalho com alevinos de carpa (*C. carpio*), Barros *et al.* (1995) observaram que a 24% de substituição da farinha de peixe pelo farelo de algodão resultou em maior ganho de peso. Galdioli *et al.* (2001) utilizaram dietas com 50% e 100% de substituição do farelo de soja para alevinos de *L. macrocephalus*, confirmando que quando a substituição foi de 50% não houve diferença no peso final médio, já com a substituição de 100% a diferença foi significativa. O presente trabalho e os demais autores mostram que a utilização do farelo de algodão como única fonte protéica para peixes promove redução no desempenho dos animais.

Em relação ao uso do farelo de canola, alguns autores apresentaram resultados que diferem dos resultados aqui obtidos, pois observaram melhores parâmetros de desempenho produtivo em comparação

ao uso do farelo de soja. Furuya *et al.* (1997), durante a fase de reversão sexual em tilápia do Nilo, analisaram que a substituição de 35,89% da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola levam a melhores resultados quanto a ganho de peso, comprimento total, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica e custo por kg/ganho. Resultado semelhante foi obtido por Soares *et al.* (2001), que constataram ser possível substituir até 48,17% da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo na fase de crescimento.

Trabalhando com alevinos de *L. macrocephalus*, Galdioli *et al.* (2001) utilizaram dietas contendo 50% e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, verificando que quando a substituição foi de 50%, não houve diferença no peso final médio, na conversão alimentar e na taxa de eficiência protéica, havendo diferença significativa quando substituída em 100%. Em desacordo a esses resultados, Soares *et al.* (2000) concluíram que o farelo de canola pode substituir totalmente a proteína do farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, uma vez que houve melhora de desempenho. Em trabalho com alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*), Soares *et al.* (1998) avaliaram o efeito do farelo de canola, observando que esse alimento pode substituir 35,79% da proteína do farelo de soja, levando a um melhor desempenho dos mesmos. Hilton e Slinger (1986) observaram que a inclusão de 40% de farelo de canola em dietas práticas para truta arco-íris levam a uma piora no peso final, embora a conversão alimentar e a sobrevivência não tenham sido afetadas. Em salmões (*Oncorhynchus tshawytscha*), a inclusão de farelo na dieta substituiu 25% da proteína sem afetar o desempenho dos animais, de acordo com Higgs *et al.* (1983). Yurkowski *et al.* (1978) substituíram o farelo de soja pelo farelo de canola aos níveis de 22% de uma dieta contendo farinha de peixe e observaram uma melhora no ganho de peso e conversão alimentar para alevinos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

Em relação ao farelo de girassol, resultados diferentes do presente trabalho foram obtidos por Furuya *et al.* (2000) trabalhando com níveis de farinha de girassol de 0%, 7%, 14%, 21% e 28% de inclusão, e concluíram que esse alimento pode ser incluído ao nível de 14% em dietas para tilápia do Nilo na fase juvenil. Quando comparada aos resultados aqui presentes, Jackson *et al.* (1982) observaram que a adição de 25% de farinha de girassol para *Oreochromis mossambicus* melhorou o crescimento e a conversão alimentar.

A possibilidade da substituição total do farelo de soja pelo de girassol, conforme observada neste trabalho, foi corroborada por Scott *et al.* (1982) em dietas para truta arco-íris (*Salmo gairdneri*) nas quais observaram valores superiores de peso final e ganho de peso e melhores resultados de conversão alimentar

dos animais. Por outro lado, Tacon *et al.* (1984) trabalharam com níveis de inclusão de 0%, 11%, 22% e 36,5% de farinha de girassol para truta (*Oncorhynchus mykiss*), verificando maior ganho de peso e melhor conversão alimentar com 11% de inclusão. Nos tratamentos com níveis mais elevados, observaram menor ganho de peso além de redução na digestibilidade da matéria seca e da proteína, observações estas que diferiram do presente trabalho.

Segundo Soares *et al.* (1999), a utilização de farelo de girassol como fonte protéica para lambari (*Astyanax bimaculatus*) mostrou-se eficiente na substituição de 50% da proteína da farinha de peixe, não afetando o desempenho dos animais. O mesmo resultado foi obtido por Furuya *et al.* (1998b), que incluíram até 28% do farelo de girassol na dieta de *L. macrocephalus*, ou substituíram 55% da proteína do farelo de soja. Neste trabalho, a substituição com o farelo de girassol foi responsável por significativo aumento no peso e comprimento médio finais em relação ao farelo de algodão.

Conclusão

Além do farelo de soja, é possível utilizar como fontes protéicas de origem vegetal os farelos de canola e girassol sem prejudicar o desempenho das larvas de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) durante o período de reversão sexual.

Referências

ANFAR, Associação Nacional dos fabricantes de Rações. *Matérias-primas para alimentação animal*. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária - Secretaria de Fiscalização Agropecuária, 1988.

BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: Editora UFSM, 2002.

BARROS, M. M. *et al.* Efeitos do farelo de algodão, como sucedâneo protéico, sobre o desempenho de alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7; 1995; Peruíbe. *Anais...* Peruíbe; 1995. p.23-29.

BELL, J. M. Factor affecting the nutritional value of canola meal: a review. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.73, n.3, p.679-697, 1993.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1; 1998; Recife. *Anais...* Recife; 1998. p.437-447.

CASTAGNOLLI, N. Status of Aquaculture in Brazil. *World Aquacult.*, Amsterdam, v.26, n.4, p.35-39, 1995.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável de espécies nativas brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997; Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA; 1997. p.117-130.

CESTAROLLI, M. A.; *et al.* Efeitos do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus*

scrofa (Steindachner, 1881). *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo, v.24, p.119-129, 1997.

CHELLAPPA, N. T. *et al.* Os hábitos alimentares e os tipos de alimento da tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9; 1996; Piracicaba. *Resumos...* Piracicaba: ABRAq; 1996. p.106.

DEGANI, G. *et al.* Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Israeli J. Aquacult.*, Bamidgheh, v.49, n.3, p.115-123, 1997.

DIXON, D. Discriminación sexual, método óptimo para una tilapia mejor. *Ceres-Revista de la FAO*, Roma, v.26, n.4, p.142-143, 1993.

EGNA, H. S.; BOYD, C. E. *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press, 1997.

EL ZUBEIR, E. A.; IBRAHIM, M. A. Effect of dietary full-fat raw sunflower seed on performance and carcass skin colour of broilers. *Journal of the Science of Food Agriculture Bangkok*, v.55, p.479-481, 1991.

EL-SAYED, A. F. M. Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.84, p.315-320, 1990.

EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fishmeal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), feeds. *Aquacult. Res.*, Oxford, v.29, n.4, p.275-280, 1998.

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

FURUYA, V. R. B. *et al.* Farelo de canola na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), durante o período de reversão de sexo. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.26, n.6, p.1067-1073, 1997.

FURUYA, W. M. *et al.* Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.28, n.3, p.483-487, 1998a.

FURUYA, W. M. *et al.* Farelo de girassol na alimentação de machos revertidos de "tilápia-do-nilo" (*Oreochromis niloticus*), na fase inicial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10 Recife, 1998. *Anais...* Recife: ABRAq, 1998b, p.30.

FURUYA, W. M. *et al.*, Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In: SOUTH AMERICAN AQUACULTURE CONGRESS, 2, 1999. Puerto de La Cruz. *Anais...* Puerto de La Cruz: WAS, v.1, p.206-217, 1999.

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

FURUYA, W. M. *et al.* Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

GALDIOLI, E. M. *et al.* Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus*, V.). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.2, p.471-477, 2000.

GALDIOLI, E. M. *et al.* Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela proteína dos farelos de

- canola e algodão em dietas para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.4, p.841-847, 2001.
- HAYASHI, C. Breves considerações sobre as tilápias. In: RIBEIRO, R. P. *et al.* *Curso de piscicultura*-Criação racional de tilápias Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995, p. 4.
- HAYASHI, C. *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*, Maringá, v.21, n.3, p.733-737, 1999.
- HIGGS, D. A. *et al.* 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, v.34, p.213-328, 1983.
- HILTON, J. W.; SLINGER, S. J. Digestibility and utilization on canola meal in practical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v.43, n.6, p.1149-1155, 1986.
- HUET, M. *Tratado de Piscicultura*. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1973.
- KARUNOJEEWA, H. *et al.* Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.26, p.45-54, 1989.
- JACKSON, A. J. *et al.* Evaluation of some plant protein in complete diets for the tilapia *Saratherodon mossambicus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.27, p.97-109, 1982.
- KUBITZA, F. *Principais alimentos e suas restrições para peixes*. In: Nutrição e alimentação dos peixes, Piracicaba: [s.n.], p.32-40 (Apostila). 1997.
- LOVELL, T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: AVI, 1989.
- LOVSHIN, L. L. Tilapia farming: A Growing Worldwide Aquaculture Industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1; 1997; Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA; 1997. p.137-164.
- LOVSHIN, L. L. Red tilapia or Nile tilapia: Which in the best culture fish? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES; 1998; Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA; 1998. p.179-198.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R. *et al.* Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, n.6, p.19-27, 1989.
- MAZID, M. A. *et al.*, Formulation of cost-effective feeds from locally available ingredients for carp polyculture system for increased production. *Aquaculture*, Amsterdam, v.151, n.1-4, p.71-78, 1997.
- MBAHINZIREKI, G. B. *et al.* Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis sp.*) fed cottonseed meal-based diets in a recirculating system. In: TILÁPIA AQUACULTURE, 5; 2000; Rio de Janeiro. *Resumos...* ISTA:Rio de Janeiro; 2000. p.173.
- MEER, M. B. *et al.*, The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquacult. Res.*, Oxford, v.26, n.12, p.901-909, 1995.
- MURAKAMI, A. E. *et al.* Farelo de canola na alimentação de poedeiras comerciais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.24, n.3, p.401-408, 1995.
- MUSHARAF, N. A. Effect of raded levels of sunflower seed meal in broiler diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.33, n.112, p.129-137, 1991.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestics animals. Washington, DC. 1993.
- OFOJEKWU, P. C.; EJIKE, C. Growth response and feed utilisation in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn.) fed on cottonseed-based artificial diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v.42, n.1, p.27-36, 1984.
- OIOLLI, K. V. *et al.* Desempenho produtivo e alterações anatomopatológicas, resultantes da utilização do farelo de algodão na alimentação inicial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Bol. Red. Acuicult.*, Bogotá, v.1, n.1, p.6-9, 1992.
- PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. *Nutrição e Alimentação Animal*. 2ª ed., Pelotas: UCPel, EDUCAT; UFPel, 1993.
- PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS; 1995; Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão; 1995. p.34-52.
- PEZZATO, L. E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES; 1997; Piracicaba. *Anais...* Piracicaba; 1997. p.45-62.
- QUINTERO, L. G. P. *Tanino em rações para peixes tropicais*. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, 2000.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos* (Tabelas brasileiras). Viçosa: Imprensa Universitária. 1994.
- SALARO, A. L. *et al.* Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.6, n.28, p.1169-1176, 1999.
- SCHÖNE, F. *et al.* Apparent digestibility of high-fat rapessed press cake in growing and effects on feed intake, growth and weight of thyroid and liver. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.62, n.2/4, p.97-110, 1996.
- SCOTT, J.R. *et al.* Evaluation of sunflower meal as a soybean meal replacement in rainbow trout diets. ANNUAL CONFERENCE - SEAFWA, 36; 1982; *Proceedings...* 1982. p.377-385,
- SILVA, D. J. *Análise de alimentos* (Métodos químicos e biológicos). Viçosa: Imprensa Universitária. 1990.
- SINTAYEHU, A. *et al.* Apparent digestibilities and growth experiment with tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed soybean meal, cottonseed meal and sunflower seed meal. *J. Appl. Ichthyol.*, Oxford, v.12, n.2, p.125-130, 1996.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, Pacu - *Piaractus mesopotamicus* - e Tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos zooplânctônicos. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo, v.6, p.114-132, 1993.
- SOARES, C. M. *et al.* Farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.20, n.3, p.395-400, 1998.

- SOARES, C. M. *et al.* Substituição parcial da proteína da farinha de peixe pela do farelo de soja ou pela de fontes protéicas alternativas em dietas para alevinos de lambari (*Astyanax bimaculatus*). In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA; 1; 1999; Olinda. *Anais...* Olinda; 1999. v.1, n.1. p.193-200.
- SOARES, C. M. *et al.* Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.29, n.1, p.15-22, 2000.
- SOARES, C. M. *et al.* Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.4, p.1172-1177, 2001.
- SOUZA, S. R. *Valor nutricional do farelo de algodão na alimentação de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus, L.)*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- TACON, A. G. J. *Freed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processes feedstuffs*. Rome: FAO, 1993.
- TACON, A. G. J. *et al.* Use of solvent extracted sunflower seed meal in complete diets for fingerling rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Aquaculture*, Amsterdam, v.43, p.381-389, 1984.
- TESKEREDZIC, Z. *et al.* Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.131, n.2, p.261-277, 1995.
- TOYAMA, G. N. *et al.* Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual de tilápia do Nilo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p.221-228, 2000.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário). 1997.
- VIANNA, A. T. *Os suínos: criação prática e econômica*. 5.ed. São Paulo: Nobel, 1975.
- VILLAMIDE, M. J.; SAN JUAN, L. D. Effect of chemical composition of sunflower seed meal on its true metabolizable energy and amino acid digestibility. *Poult. Sci.*, Savoy, v.77, p.1884-1892, 1998.
- YURKOWSKI, M. *et al.*, Acceptability of rapeseed proteins in diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, v.35, p.951-962, 1978.

Received on September 29, 2003.

Accepted on March 16, 2004.