

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* (Garavello & Britski, 1988)

Eliana Maria Galdioli^{1*}, Carmino Hayashi¹, Anna Christina Esper Amaro de Faria² e Claudemir Martins Soares¹

¹Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Bióloga. *Author for correspondence. e-mail: emgaldioli@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar a substituição da proteína do farelo de soja (FS) pela proteína do farelo de canola (FC) e farelo de algodão (FA), em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Characiformes, Anostomidae), realizou-se um experimento com duração de 60 dias, utilizando-se 300 alevinos, com peso inicial médio de 0,10 g distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições. As dietas isoprotéicas foram formuladas de forma a terem o FS, FC, FA, FS+FC, FS+FA e FC+FA como fonte protéica. Os alevinos, alimentados com dietas contendo FS e FS+FA, apresentaram valores de peso final e taxa de eficiência protéica superiores ($p < 0,01$) aos alimentados com dietas com FA, FC ou FC+FA. Em relação à conversão alimentar aparente, os alevinos alimentados com dietas com FS, FS+FC e FS+FA tiveram melhores índices que os que receberam dietas com FC. Entretanto, estes não diferiram dos demais tratamentos. A taxa de sobrevivência não foi afetada ($p > 0,05$) pelo uso das diferentes dietas. Observou-se redução linear dos valores de peso final, da taxa de eficiência protéica e aumento linear ($p < 0,05$) dos valores de conversão alimentar aparente dos peixes, com o aumento da substituição da proteína do FS pela do FC. Houve efeito quadrático ($p < 0,05$) dos níveis de substituição da proteína do FS pela do FA, com o peso final, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica, apresentando melhores valores em 28,90; 24,51 e 25,74 de substituição da proteína, o que corresponde aos teores de 40,42; 34,23 e 36,00% de inclusão de FA nas dietas, respectivamente. Concluiu-se que o FC e o FA podem ser incluídos em dietas para alevinos de piavuçu, substituindo 50% da proteína do FS.

Palavras-chave: farelo de algodão, farelo de canola, fontes protéicas, *Leporinus macrocephalus*.

ABSTRACT. Partial and total replacement of soybean meal protein by canola or cottonseed meal protein in diets of *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) fingerlings. The effects of soybean meal (SB) protein replacement by canola meal (CN) or cottonseed meal (CT) protein in diets of *Leporinus macrocephalus* (Characiformes, Anostomidae) fingerlings are provided. Assay was carried out during 60 days. Three hundred fingerlings with mean initial weight of 1.00g were distributed in a block randomized design with six treatments and five replicates. Isoprotein diets contained SB, CN, CT, SB+CN, SB+CT and CN+CT as protein source. Fingerlings fed on diets with SB, SB+CN, SB+CT showed better final mean weight and protein efficiency rate values ($p < 0.01$) than the ones fed on diets with CN. The feed/gain of the fingerlings fed on diets containing FS, FS+FC e FS+FA had better values than the ones fed on CN diets. However, they did not differ from the other diets. Survival rate was not affected ($p > 0.05$) by different diets linear reduction ($p < 0.05$) of final weight and protein efficiency rate and increase of feed/gain of SB protein replacement levels by CN protein in diets were reported. Quadratic effect ($p < 0.05$) of SB protein replacement by CT protein in diets with final weight, feed/gain and efficiency protein rate with best values at 28.90, 24.51 and 25.74% of protein replacement levels, which correspond to 40.42, 34.23 and 36.00% of CT inclusion in diets, respectively, was also recorded. CN and CT may be included in the diets of *L. macrocephalus* fingerlings, replacing 50.00% of SB protein.

Key words: cottonseed meal, canola meal, protein source, *Leporinus macrocephalus*.

A aquicultura é o setor da produção animal que mais cresce no mundo atualmente, aumentando, em média, em 10% ao ano, e é responsável por mais de um quarto da produção pesqueira mundial (FAO, 1997). A alimentação representa mais de 50% do custo operacional na aquicultura intensiva (El-Sayed, 1999), sendo a exigência de elevada percentagem de proteína na dieta, um dos fatores que onera o custo de produção (Furuya et al., 1996). Desta forma, vários trabalhos destacam a importância dos estudos sobre o aproveitamento de ingredientes alternativos, dentro de um limite que garanta razoável taxa de crescimento, com o objetivo de reduzir os custos das dietas (Bureau et al., 1999; Nengans et al., 1999) e sobre os aspectos qualitativos dos ingredientes, com potencial de emprego em dietas economicamente viáveis (Pezzato, 1995).

O farelo de soja (FS) é a fonte protéica de origem vegetal mais utilizada nas dietas para peixes omnívoros, devido à sua disponibilidade no mercado e ao seu valor nutritivo. Pelo seu elevado custo, tem-se buscado fontes protéicas alternativas que possam substituir, de forma parcial ou total, a sua proteína, em dietas para diversas espécies, em suas diferentes fases de criação. A realização de pesquisas, buscando fontes protéicas alternativas para minimizar os custos de produção, é uma prioridade mundial (Hardy e Kissil, 1997; Allan et al. 2000).

A canola, resultante do melhoramento genético da colza (*Brassica napus* e *Brassica campestris*), visando obtenção de variedades que contenham menos de 2,00% de ácido erúico no óleo e menos de 3,00 µg de glicosinolatos por grama de matéria seca livre de óleo (Sorrel e Shurson, 1992; Baidoo et al., 1996; Forster et al., 1999), é cultivada na região sul do Brasil durante o inverno. O farelo de canola (FC) é um subproduto da indústria de óleo da semente de canola, possuindo perfil de aminoácidos comparável ao do FS (Moreira et al., 1996), porém com níveis mais baixos de lisina e mais elevados de metionina + cistina (Yurkowski et al., 1978; Soares et al., 2000, Furuya et al., 2001).

Pesquisas têm demonstrado grande variação nos resultados com a inclusão de FC nas dietas sobre o desempenho e utilização das dietas pelos peixes (Soares et al., 2001). A utilização do FC nas dietas para estes animais pode ser limitada pela presença de altos teores de fibra bruta, de metabólitos oriundos da hidrólise dos glicosinolatos (Bell, 1993; Teskeredizic et al., 1995), inibidores de tripsina, taninos (Furuya et al., 1999) e fitatos (Quintero, 2000). Entretanto, avanços nas áreas de melhoramento genético, visando obtenção de variedades com baixos teores de fibra e/ou de

glicosinolatos, e técnicas de processamento têm permitido a produção de farelos que possam ser utilizados em maiores proporções na alimentação animal.

Algumas pesquisas com peixes, como as de Yurkowski et al. (1978), com alevinos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*); Furuya et al. (1997), com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de reversão de sexo; Soares et al. (1998), com alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) e de Soares et al. (2001), com tilápia do Nilo em fase de crescimento, demonstram que o emprego de dietas, com o FC substituindo parcialmente o FS, promove melhores índices de ganho de peso e eficiência alimentar. Estes resultados são atribuídos a diferenças nos teores de aminoácidos destes alimentos, visto que o uso de ambos possibilita a formulação de dietas com melhores perfis aminoacídicos. Em contrapartida, experimentos realizados por Hilton e Slinger (1986), utilizando 40% de FC em dietas para alevinos de *Salmo gairdneri*, Davies et al. (1990), com a inclusão de 30,00 a 60% da dieta, em substituição a FP, para alevinos de tilápia mossâmbica (*Oreochromis mossambicus*) e Lim et al. (1998), avaliando a inclusão do FC acima de 30,80% da dieta para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), indicam que a substituição total da proteína do FS pela do FC ou a inclusão de altos níveis de FC nas dietas reduzem o desempenho dos animais, embora a taxa de sobrevivência não seja afetada.

Hardy e Sullivan (1983), utilizando dietas com 20% de FC para o salmão (*Salmo gairdneri*); Higgs et al. (1983), utilizando 23% de FC em dietas para alevinos de *Oncorhynchus tshawytscha* em substituição a FP e Galdioli et al. (2000), com 32% de FC em substituição ao FS em dietas para alevinos de curimatã (*Prochilodus lineatus*), observaram que o FC não afetou o desempenho destes peixes. Destacam-se, ainda, Soares et al. (2000), que observaram que o FC pode substituir totalmente o FS em dietas para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), inclusive com melhora nos parâmetros de desempenho.

As diferenças nos resultados obtidos nas pesquisas com este alimento em dietas para peixes estão relacionadas, provavelmente, com o conteúdo de fatores antinutricionais e com a qualidade do farelo utilizado, uma vez que sua composição depende das condições de cultivo (características climáticas e tipo de solo), da variedade utilizada e da tecnologia no processamento empregado para a extração do óleo (Quintero, 2000). Outro fator a ser considerado são as características inerentes à espécie

de peixes em questão, como o hábito alimentar, e ainda a fase de desenvolvimento da mesma (Soares *et al.*, 2001). Poucas são as informações sobre a utilização do FC em dietas para peixes que possam contribuir para reduzir o custo com alimentação, uma vez que esse ingrediente possui custo inferior ($\pm 30,00\%$) ao do FS.

A fim de obter dietas mais econômicas, o farelo de algodão (FA) tem sido utilizado também como fonte protéica sucedânea em dietas para peixes tropicais. Para tanto, é submetido a tratamento com óxido férrico, a fim de minimizar a ação do gossipol presente neste alimento (Salaro *et al.*, 1999). O FA está entre as fontes protéicas de origem vegetal mais disponíveis no mundo (El-Sayed, 1999). É uma boa fonte de proteína e aminoácidos (FAO, 1983). Entretanto, contém relativamente baixos níveis de cistina, lisina e metionina, além de possuir alto teor de gossipol, um composto fenólico antinutricional, o qual pode limitar o uso deste em dietas para animais (El-Sayed, 1999).

Resultados com o uso de FA, como fonte protéica para peixes, têm sido variáveis. Utilizando dietas à base de FA, para *Oreochromis aureus*, Robinson *et al.* (1984) observaram menor taxa de crescimento em comparação aos animais alimentados com dietas à base de farinha de peixe (FP). Este resultado foi atribuído à presença de gossipol e ácido ciclopropenóico no FA. Por outro lado, Jackson *et al.* (1982) e El-Sayed (1990) observaram que o FA, submetido à extração por solvente, pode ser utilizado como única fonte protéica para *Oreochromis mossambicus* e tilápia do Nilo, respectivamente. *Tilapia zillii* desenvolveu-se razoavelmente bem, com dietas contendo 80,00% de proteína do FA em substituição à caseína e gelatina (El-Sayed, 1987).

Entre as espécies de peixes nativas do Brasil, o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) apresenta grande potencial para a piscicultura, por apresentar crescimento rápido, carne saborosa, aceitar dietas artificiais e ter boa aceitação no mercado consumidor. Tem sido amplamente cultivado, por ser de hábito alimentar onívoro, rústico e apresentar bons índices zootécnicos. É procurado para a pesca esportiva em sistema pesque-pague, por apresentar características desejáveis para esta atividade (Soares *et al.*, 2000). Entretanto, tornam-se necessários estudos relacionados à sua nutrição e manejo, uma vez que pouco se conhece sobre esta espécie em condições de cultivo (Faria *et al.*, 2001). Algumas pesquisas visam o estudo de alimentos alternativos de origem vegetal em dietas para o piavuçu, como as de Hayashi *et al.* (1999); Quinteiro (2000) e Soares *et al.*

(2000), entretanto, ainda são poucos os trabalhos sobre fontes protéicas alternativas em dietas para este peixe.

O experimento teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola e farelo de algodão, em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Characiformes, Anostomidae).

Material e métodos

Este experimento foi conduzido no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, no período de 21/03 a 19/05/2000, totalizando 60 dias.

Foram utilizados 300 alevinos de piavuçu provenientes de uma mesma prole, com peso vivo inicial médio de 0,10 g e com 20 dias de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições cada. Foram utilizados trinta tanques-rede confeccionados com tela sombrite, com malha de 1-mm de abertura, com volume útil de 120 L e 48 x 38 x 47 cm de altura, comprimento e largura, respectivamente, os quais foram instalados em cinco caixas de fibro-cimento, com capacidade para 1.000 L, providos de aeração contínua com uma pedra porosa por tanque-rede e renovação de água de 20% do volume de cada caixa/dia. Foi considerado como bloco uma caixa de fibro-cimento e, como unidade experimental, um tanque-rede com 10 peixes. Assim, o experimento foi instalado de forma que tivesse uma repetição de cada tratamento em cada bloco.

As dietas utilizadas foram formuladas para serem isoprotéicas, isocálcicas e isofosfóricas. Estas diferiram quanto à origem e proporção da fonte protéica utilizada, sendo empregados o farelo de soja (FS), farelo de canola (FC), farelo de algodão (FA), farelo de soja + farelo de canola (FS+FC), farelo de soja + farelo de algodão (FS+FA) e farelo de canola + farelo de algodão (FC+FA), conforme Tabela 1. Os FC e FA foram incluídos nas dietas de forma a substituírem 50 e 100% da proteína do FS, sendo, assim, incluídos nos teores de 34,75 e 69,50 e 5,75 e 71,50% das dietas, respectivamente.

Para a elaboração das dietas, os ingredientes foram moídos em moinho tipo faca, com peneira de 0,50 mm. Depois de confeccionadas, as dietas foram umedecidas com água a 50°C, peletizadas em moinho para carne e secadas em estufa de ventilação, forçada a 55°C por 24 horas, sendo os peletes desintegrados de forma a terem tamanho adequado ao dos peixes. O arraçoamento foi realizado três

vezes ao dia, sendo fornecido de 8 a 15% do peso vivo/dia. A cada dez dias, foram realizadas pesagens de todos os animais de cada unidade experimental para o ajuste da quantidade de dieta a ser fornecida. A cada três dias, realizava-se sifonagem dos fundos dos tanques-rede para retirada das fezes, sendo os fundos das caixas de fibro-cimento sifonados nos dias de pesagem dos peixes.

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais¹

Ingredientes (%)	Fontes Protéicas (%) ²					
	FS	FS+FC	FC	FS+FA	FA	FC+FA
Milho	21,60	19,64	17,68	14,88	8,15	11,93
Farelo de soja	59,05	29,52	0,00	29,53	0,00	0,00
Farelo de canola	0,00	34,75	69,50	0,00	0,00	28,90
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	35,75	71,50	42,05
Farinha de peixe	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,10
Fosfato bicálcico	0,44	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo vegetal	8,15	5,08	2,00	8,69	9,23	6,20
Supl. min e vit ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
ED tilápia (kcal/kg)	3.325,00	3.336,00	3.345,00	3.330,00	3.334,00	3.338,00
Fibra bruta (%)	4,05	5,30	6,55	7,41	10,76	9,05
Extrato etéreo (%)	11,02	8,18	5,33	11,40	11,78	9,07
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo total (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Lisina (%)	2,29	2,17	2,04	1,98	1,67	1,83
Met+Cist (%)	1,23	1,36	1,49	1,21	1,18	1,31

¹ FS = farelo de soja, FC = farelo de canola, FA = farelo de algodão, Met+Cist = metionina + cistina; ² Baseados na análise de laboratório do milho, farelo de soja, farelo de algodão, farinha de peixe, calcário e fosfato bicálcico (UEM/DZO) e para o farelo de canola por FURUYA *et al.* (1999); ³ Suplemento mineral e vitamínico para poedeiras comerciais, Composição por quilograma de produto: vitamina A – 2.250.000 UI; vitamina D3 – 400.000,00 UI; vitamina E – 2.000,00 mg; vitamina K3 – 500,00 mg; vitamina B1 – 250,00 mg; vitamina B2 – 1.000,00 mg; vitamina B12 – 2.500,00 mcg; ácido nicotínico – 3.750,00 mg; ácido Fólico – 75,00 mg; colina – 50.000,00 mg; biotina – 5,00 mg; ácido Pantotérico – 1.750,00 mg; ferro – 12.500,00 mcg; cobre – 1.500,00 mg; manganês – 12.500,00 mg; zinco – 15.000,00 mg; cobalto – 125,00 mg; iodo – 188,00 mg; selênio – 35,50 mg; antioxidante – 25.000,00 mg; veículo q, s, p – 1.000,00 mg.

As temperaturas do ar e da água foram tomadas diariamente pela manhã e à tarde (8:00 e 17:00 h), e o pH, condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido, foram medidos semanalmente.

Os parâmetros de desempenho produtivo analisados foram o peso final, a percentagem de ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a taxa de eficiência protéica e a taxa de sobrevivência. A taxa de eficiência protéica foi calculada segundo a expressão proposta por Jauncey e Ross (1982). Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise estatística, utilizando o programa computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), descrito por Euclides (1983), procedendo-se à análise de variância a 5% de probabilidade. No caso de diferenças estatísticas, foi empregado o teste de média de Newman Keuls para avaliar o efeito da utilização das dietas com as fontes protéicas distintas. Já para avaliar os efeitos dos

níveis de substituição da proteína do FS pela proteína do FC, ou pela proteína do FA nas dietas, empregou-se a análise de regressão polinomial.

Resultados e discussão

Os valores de temperatura pela manhã e tarde, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH nas caixas onde estavam instalados os tanques-rede foram de $23,5 \pm 1,54^\circ\text{C}$, $24,8 \pm 1,75^\circ\text{C}$, $4,99 \pm 0,98\text{mg/L}$, $0,42 \pm 0,31\mu\text{S/cm}$ e $7,50 \pm 0,39$, respectivamente, ficando dentro dos limites descritos por Sipaúba-Tavares (1994) e Egna e Boyd (1997) para o cultivo de peixes tropicais.

Os valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo dos alevinos de piavuçu, submetidos às diferentes dietas, são mostrados na Tabela 2. Os animais alimentados com dietas contendo FS e FS+FA apresentaram valores de peso final e taxa de eficiência protéica superiores ($p < 0,01$) aos alimentados com dietas com FA, FC ou FC+FA. Em relação à conversão alimentar, os animais alimentados com FS, FS+FC e FS+FA tiveram melhores índices que os alimentados com FC. Entretanto, estes não diferiram dos demais tratamentos, e a taxa de sobrevivência dos peixes não foi afetada ($p > 0,05$) pelos diferentes tratamentos.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de alevinos de piavuçu alimentados com dietas com diferentes fontes protéicas*

Parâmetros	Fontes Protéicas [#]					
	FS	FS+FC	FC	FS+FA	FA	FC+FA CV (%)
Peso inicial médio (g)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
Peso final médio (g)	3,65 ^a	3,17 ^{ab}	2,25 ^b	3,81 ^a	1,98 ^b	2,16 ^b
Conversão alimentar	1,53 ^b	1,67 ^b	2,24 ^a	1,53 ^b	2,04 ^{ab}	2,05 ^{ab}
Taxa de efic. protéica	1,94 ^a	1,77 ^{ab}	1,42 ^b	1,97 ^a	1,46 ^b	1,45 ^b
Sobrevivência (%)	80,00	80,00	82,50	82,00	82,50	80,00

*FS = farelo de soja, FC = farelo de canola, FA = farelo de algodão; [#]Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente ($p > 0,01$) pelo teste de Newman Keuls

Estes resultados estão em desacordo com os obtidos por Galdioli *et al.* (2000), que trabalharam com alevinos de curimatã (*Prochilodus lineatus*) e Souza *et al.* (2000), com tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual. Usaram o FC em substituição ao FS nas dietas e observaram que o FC não afetou o desempenho destes peixes. No que se refere ao desempenho inferior dos peixes alimentados com dietas com o FA, resultado similar foi obtido por Souza *et al.* (2000). Por outro lado, Jackson *et al.* (1982) e El-Sayed (1990) observaram que o FA pode ser utilizado como única fonte protéica para *Oreochromis mossambicus* e tilápia do Nilo, respectivamente, sem afetar o desempenho dos mesmos, o que destoa dos resultados obtidos neste trabalho.

Observou-se redução linear dos valores de peso final e taxa de eficiência protéica e aumento linear ($p < 0,05$) dos valores de conversão alimentar aparente dos alevinos de piavuçu, com o aumento nos níveis de substituição da proteína do FS pela proteína do FC (Tabela 3; Figura 1). Estes resultados contrastam com os encontrados por Hardy e Sullivan (1983) e Higgs *et al.* (1983), que não observaram efeito de diferentes níveis de inclusão do FC nas dietas para o salmão e por Soares *et al.* (2000). Estes últimos relataram que o FC pode substituir totalmente o FS em dietas para alevinos de piavuçu, inclusive com melhora no desempenho. Entretanto, concordam com os resultados obtidos por Galdioli (1998) e Soares *et al.* (2001), que observaram redução no desempenho de alevinos de curimatá e tilápia do Nilo em fase de crescimento, respectivamente, com altos níveis de substituição da proteína do FS pela do FC nas dietas.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de alevinos de piavuçu alimentados com dietas com diferentes teores de substituição da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola ou de algodão

Parâmetros	Substituição da proteína do farelo de soja (%)			CV (%)
	0	50	100	
Farelo de canola				
Peso inicial médio (g)	0,10	0,10	0,10	0,00
Peso final médio (g) ¹	3,65	3,17	2,25	27,44
Conversão alimentar aparente ²	1,53	1,67	2,24	21,36
Taxa de eficiência protéica ³	1,94	1,77	1,42	17,30
Sobrevivência (%)	80,00	80,00	82,50	7,78
Farelo de algodão				
Peso inicial médio (g)	0,10	0,10	0,10	0,00
Peso final médio (g) ⁴	3,65	3,81	1,98	27,69
Conversão alimentar aparente ⁵	1,53	1,53	2,04	14,26
Taxa de eficiência protéica ⁶	1,94	1,97	1,46	14,11
Sobrevivência (%)	80,00	82,00	82,50	8,07

¹ $Y = 3,72028 - 0,01384X$, $r^2 = 0,67$; ² $Y = 1,45428 + 0,00697X$, $r^2 = 0,99$; ³ $Y = 1,98973 - 0,00531X$, $r^2 = 0,96$; ⁴ $Y = 3,65202 + 0,02291X - 0,00040X^2$, $r^2 = 0,99$; ⁵ $Y = 1,52184 - 0,00499X + 0,00010X^2$, $r^2 = 1,00$; ⁶ $Y = 1,96226 + 0,00535X - 0,00010X^2$, $r^2 = 1,00$

A ocorrência dos menores valores do peso final dos peixes alimentados com dietas, contendo FC (Tabela 3; Figura 1), pode estar relacionado à presença de elevados teores de fibra bruta, de metabólitos oriundos da hidrólise dos glicosinolatos (Bell, 1993; Teskeredizic *et al.*, 1995), inibidores de tripsina, fitatos (Quinteiro, 2000) e taninos (Furuya *et al.*, 1997; Soares *et al.* 2001), os quais são fatores antinutricionais presentes nesse alimento.

Em relação ao efeito dos níveis de substituição da proteína do FS pela proteína do FA nas dietas (Tabela 3; Figura 1), observou-se efeito quadrático ($p < 0,05$) dos níveis de substituição da proteína do FS pela proteína do FA sobre os parâmetros de desempenho produtivos, com o peso final, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência

protéica, apresentando melhores valores com os teores de 28,90; 24,51 e 25,74% de substituição da proteína, respectivamente, o que corresponde a 40,42, 34,23 e 36,00% de inclusão de FA nas dietas. A redução nos parâmetros de desempenho apresentados pelos peixes que receberam a dieta com altos níveis de substituição da proteína do FS pela do FA deve estar relacionada com o relatado por El-Sayed (1999) que o FA possui níveis relativamente baixos de cistina, lisina e metionina, e ainda contém gossipol.

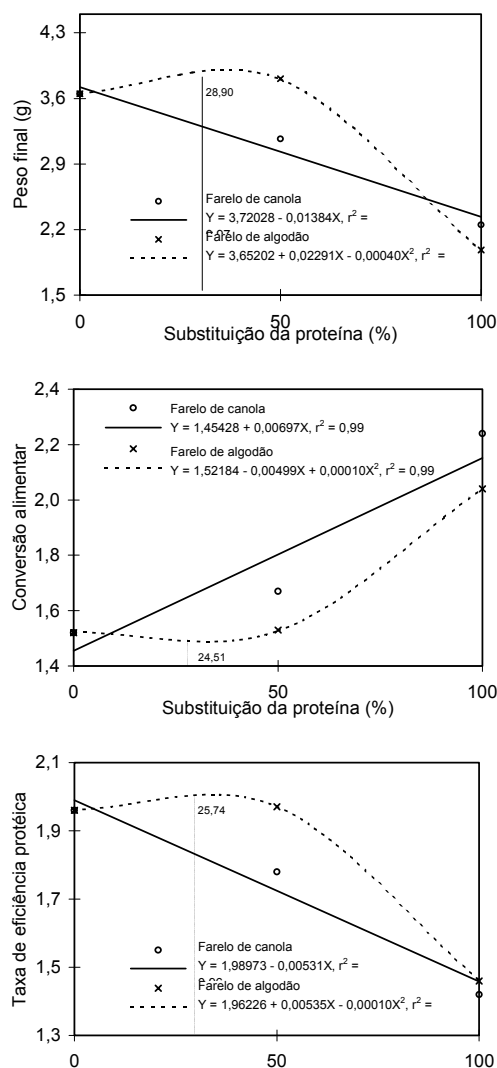


Figura 1. Valores médios de peso final, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica de alevinos de piavuçu em função da substituição da proteína do farelo de soja pela dos farelos de canola ou algodão

Concluiu-se que os farelos de canola e de algodão podem ser incluídos em dietas para alevinos

de piavuçu até aos teores de 34,75 e 35,75% da dieta, respectivamente, substituindo 50,00% da proteína do farelo de soja. Ressalta-se, ainda, que a utilização dos farelos de canola e algodão, em substituição ao farelo de soja, nas dietas, dependerá das oscilações nos valores de comercialização e disponibilidade destes no mercado.

Referências

- ALLAN, G.L. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, Amsterdam, v.186, p.293-310, 2000.
- BAIDOO, S.K. et al. The digestible energy value of canola oil for growing pigs as measured by level inclusion. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 62, n.2/4, p. 111-119, 1996.
- BELL, J.M. Factor affecting the nutritional value of canola meal: a review. *J. An. Sci.*, Savoy, v. 73, n.3, p. 679-697, 1993.
- BUREAU, D.P. et al. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.180, n.3/4, p.345-358, 1999
- DAVIES, S.J. et al. Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters). *Aquaculture*, Amsterdam, v.87, n.1, p.145-154, 1990.
- EGNA, H.S.; BOYD, C.E. *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press, 1997.
- EL-SAYED, A.F.M. Protein and energy requirements of *Tilapia zillii*. 1987. Thesis (PhD) - Michigan State University, East Lansing, MI, USA. 1987.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* spp. *Aquac. Res.*, Oxford, v.179, p.149-168, 1999.
- 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.
- EUCLYDES, R.F. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. In: FAO. *Fish feeds and feeding in developing countries*. Rome: FAO, 1983.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Review of the state of the world aquaculture. In: FAO Fisheries Circular, nº 886, Rev. I. Rome: FAO, 1997.
- FARIA, A.C.E.A. et al. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 4, p. 835-840, 2001.
- FORSTER, I. et al. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorous output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11°C fresh water. *Aquaculture*, Amsterdam, v.179, p.109-125, 1999.
- FURUYA, W.M. et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. *Revista Unimar*, Maringá, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, V.R.B. et al. Farelo de canola na alimentação da tilápia 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. 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.
- 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.
- HARDY, R.W.; KISSIL, G.W.M. *Trends in aquaculture feeding*. *Feed Mix* 5, 31-34. 1997.
- HARDY, R.W.; SULLIVAN, C.V. Canola meal in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) production diets. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, Ottawa, v.40, n.3, p.281-286, 1983.
- HAYASHI, C. et al. Utilização de polpa cítrica em dietas para o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) na fase inicial. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1, 1999, Recife. *Anais...* Recife: AEP/FAEP, 1999, v. 1. p. 211-219.
- 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.213-238, 1983.
- HILTON, J.W.; SLINGER, S.J. Digestibility and utilization of 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.
- JACKSON, A.J. et al. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia, *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.27, n.1, p.97-109, 1982.
- JAUNCEY, K.; ROSS, B. A guide to tilapia feeds and feeding. Scotland: University of Stirling, 1982.
- LIM, C. et al. Substitution of canola meal for soybean meal in diets for channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, v.29, n.2, p.161-168, 1998.
- MOREIRA, I. et al. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase total de crescimento e terminação (61-141 dias). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.25, n.4, p.697-712, 1996.
- NENGANS, I. et al. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture*, Amsterdam, v.179, n.1/4, p.13-23, 1999.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTRÁCEOS, 1995, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: Escola superior de

- Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (ESALQ). 1995. p. 171.
- QUINTERO, L.G.P. *Tanino em rações para peixes tropicais*. Jaboticabal. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2000.
- ROBINSON, E.H. *et al.* Effects of feeding glandless and glanded cottonseed products and gossypol to *Tilapia aurea*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.38, p.145-154, 1984.
- 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.28, n.6, p.1169-1176, 1999.
- 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 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, n. 4, p. 1172-1177, 2001.
- SORREL, E.R.; SHURSON, G.C. Use of canola and canola meal in swine diets reviewed. *Feedstuffs*, Minnetonka, v.62, n.14, p.13-16, 1992.
- SOUZA, S.R. *et al.* Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, (UFV), 2000. (Cd-room).
- TESKEREDIZIC, 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.
- 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 June 09, 2001.

Accepted on July 27, 2001.