

SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE PELO FARELO DE SOJA EM DIETAS PARA JUVENIS DE CURIMBA

Thiago El Hadi Perez FABREGAT¹; Thiago Scremin PEREIRA²; Camila Nomura BOSCOLO²; Julian David ALVARADO²; João Batista Kochenborger FERNANDES²

RESUMO

Foi avaliada a substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis curimba (*Prochilodus lineatus*). Foram utilizadas cinco dietas isoprotéicas (26% de proteína bruta) e isocalóricas (4.000 kcal de energia bruta kg⁻¹) com 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição. Os peixes (3,71 ± 0,54 g) foram distribuídos em 25 caixas plásticas de 120 litros. A alimentação foi fornecida durante 84 dias. A substituição total da farinha de peixe pelo farelo de soja piorou o ganho de peso, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica. Nestes peixes também foi observado aumento no teor de gordura em detrimento da diminuição da porcentagem de proteína da carcaça e aumento no índice hepatossomático. Podemos concluir que substituição de até 75,0% farinha de peixe pelo farelo de soja (33,2% de inclusão) não afetou o crescimento dos animais, embora tenha provocado alterações na composição corporal e hiperplasia hepática.

Palavras chave: Fonte protéica; *Prochilodus lineatus*; proteína animal; proteína vegetal; nutrição de peixes

REPLACEMENT OF FISH MEAL BY SOYBEAN MEAL IN DIETS FOR JUVENILES OF CURIMBA

ABSTRACT

Replacement of fishmeal by soybean meal in juvenile curimba (*Prochilodus lineatus*) diets was evaluated. Five isonitrogenous (26% crude protein) and isocaloric (4,000 kcal of gross energy kg⁻¹) diets with 0, 25, 50, 75 and 100% of replacement were used. Fish (3.71 ± 0.54 g) were distributed in 25 tanks (120 liters). The diets were provided for 84 days. Total replacement of fishmeal (100%) by soybean meal worsened weight gain, feed conversion and protein efficiency ratio. An increase in carcass fat was observed at the expense of reducing protein percentage, as well as an increase in hepatosomatic index. It was concluded that replacing 75.0% fish meal by soybean meal (33.2% of inclusion) did not affect the animal growth, although there been observed changes in corporal composition and hepatic hyperplasia.

Key words: Protein source; *Prochilodus lineatus*; animal protein; vegetal protein; fish nutrition

Nota Científica: Recebida em 20/04/2011 – Aprovada em 17/08/2011

¹ Autor correspondente: Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias. Avenida Luiz de Camões, 2090 - Bairro Conta Dinheiro - CEP: 88.520-000 - Lages - SC - Brasil. e-mail: thiagofabregat@hotmail.com

² Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - CEP: 14.884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil. e-mail: thiago.scremin@gmail.com, nomuracamila@yahoo.com, jdalvaradoc@hotmail.com, jbatista@caunesp.unesp.br

INTRODUÇÃO

A farinha de peixe é a principal fonte protéica utilizada nas rações para a maioria das espécies na aquicultura mundial. Além do excelente perfil de aminoácidos, é rica em ácidos graxos essenciais, minerais, elementos traços e vitaminas. Entretanto, é um dos ingredientes mais onerosos nas dietas para animais aquáticos e sua disponibilidade está cada vez menor, não só pelo aumento da demanda pela indústria de rações, mas também pela forte pressão de pesca sobre as espécies forrageiras, ocasionando depleção de alguns desses estoques (NAYLOR *et al.*, 2000). A substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína serve, então, para amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, além de contribuir para a redução dos custos de produção.

Existem outras fontes protéicas de origem animal disponíveis no mercado, como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne, mas a demanda por estes ingredientes também é elevada e a disponibilidade restrita, assim a alternativa mais adequada é a viabilização de fontes protéicas vegetais (NAYLOR *et al.*, 2009; HARDY, 2010). Neste contexto, o farelo de soja é o ingrediente mais estudado, e considerado como a opção com maior potencial para substituir a farinha de peixe nas rações (GAITLIN III *et al.*, 2007; HARDY, 2010). O farelo de soja possui balanço adequado de aminoácidos, contém lisina em maiores quantidades que o de outros vegetais, e ainda que não seja rica em lipídios, possui a quase totalidade dos ácidos graxos necessários para os peixes de água doce.

O gênero *Prochilodus* está amplamente distribuído na América do Sul. Assim como as outras espécies deste gênero, o *P. lineatus* é uma espécie detritívora, que aceita grande diversidade de alimentos e os vegetais são itens frequentes na sua dieta. É um peixe pouco exigente em relação à alimentação, não necessitando de altos níveis de proteína nas dietas (BOMFIM *et al.*, 2005). Embora diversos trabalhos na literatura já tenham mostrado que a utilização de dietas isentas de proteína animal nem sempre é viável (FABREGAT *et al.*, 2006; GAITLIN III *et al.*, 2007; HARDY, 2010), no caso do curimba já existem resultados mostrando que esta substituição pode ser possível (GALDIOLI *et al.*, 2000). Portanto, o objetivo foi avaliar o efeito da substituição da farinha de peixe

pelo farelo de soja, em dietas para juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 375 juvenis de *P. lineatus* ($3,71 \pm 0,54$ g), alojados em 25 caixas plásticas (120 litros) equipadas com sistema de aeração e aquecimento, mantidos em fotoperíodo de 12L: 12E. Para cada grupo de cinco aquários, escolhidos de forma aleatória, foi fornecida aos peixes uma ração contendo uma diferente proporção de farinha de peixe e farelo de soja. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (8:00 e as 16:00 horas) à saciedade aparente. O ensaio de desempenho foi conduzido durante 84 dias.

Foram utilizadas cinco dietas isoprotéicas (26%PB) e isocalóricas (4000 kcal kg⁻¹) com 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (Tabela 1). As rações foram fracionadas e peneiradas para se obter as granulometrias de 1,5 mm e 2,5 mm, as quais foram utilizadas nos primeiros 28 dias, e dos 29 aos 84 dias experimentais, respectivamente.

Diariamente, as excretas que se acumulavam no fundo das unidades experimentais foram retiradas e parte da água foi renovada (30%). Cerca de 30 minutos após a alimentação, as sobras de ração eram coletadas, secas em estufa de circulação forçada de ar (55 graus) e pesadas para quantificar o consumo. Os parâmetros físico-químicos (média $\pm$ desvio padrão) da água durante o período experimental foram: pH = $6,54 \pm 0,10$; temperatura = $27,5 \pm 0,55$ °C; oxigênio dissolvido = $6,65 \pm 0,42$ mg L⁻¹; alcalinidade total = $138,8 \pm 28,92$ mg L⁻¹ e amônia = $9,07 \pm 3,06$ µg L⁻¹. As médias dos parâmetros mantiveram-se dentro dos padrões recomendados por SIPAÚBA-TAVARES (1994) para a criação de peixes.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco réplicas para cada tratamento. As biometrias foram realizadas com uma balança de precisão (0,001 g) no início e ao final do experimento. Os parâmetros avaliados foram: a sobrevivência (%), o ganho de peso (GP = (Peso final (g) - Peso inicial (g))), o consumo de ração (g), a conversão alimentar aparente (CA = (Consumo total de ração (g))/(Ganho de peso dos peixes (g))) e taxa de

eficiência protéica (TEP = $100 \times (\text{ganho de peso absoluto} / \text{proteína bruta consumida})$). Ao final do experimento, os animais foram abatidos por dose letal de benzocaína (27 mg L^{-1}), como recomendado por GONTIJO *et al.* (2003), pesados e realizada a excisão do fígado, que foi pesado

para o cálculo de índice hepatossomático [IHS = $(\text{Peso do fígado fresco} / \text{Peso corporal}) \times 100\%$]. Além disso, foram coletados cinco peixes de cada tratamento para as análises de composição corporal, conforme metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002).

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais

	Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (%)				
	0	25	50	75	100
Farinha de peixe	30,00	22,50	15,00	6,50	0,00
Farelo de soja	0,00	11,10	22,10	33,20	44,30
Milho	53,20	48,00	43,30	39,30	33,30
Farelo de trigo	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Óleo de soja	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40
Suplemento vit. e mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicalcico	-	1,20	2,00	3,00	4,00
Composição analisada/calculada					
Matéria seca (%) ¹	89,79	89,80	89,78	89,77	89,77
Proteína bruta (%) ¹	26,05	26,03	26,00	26,00	25,99
Energia bruta (kcal kg ⁻¹) ¹	3.959,42	3.966,16	3.988,68	4.003,41	4.018,14
Extrato etéreo (%) ¹	5,10	5,08	5,08	5,06	5,05
Fibra bruta (%) ¹	2,79	3,48	4,16	4,85	5,54
Matéria mineral (%) ¹	9,48	9,22	8,59	8,15	7,71
Extrato não nitrogen. (%) ²	45,39	45,01	44,96	44,72	44,49
Cálcio (%) ²	2,02	1,88	1,63	1,44	1,27
Fósforo total (%) ²	1,32	1,34	1,29	1,28	1,27

Suplemento vitamínico e mineral (quantidade por kg de produto): Vit. A - 5000.000 UI; Vit. D₃ - 200.000 UI; Vit. E - 5.000 UI; Vit. K₃ - 1.000 mg; Vit C - 15.000 mg; Vit B₁₂ - 4.000 mg; Vit. B₁ - 1.500 mg; Vit. B₂ - 1.500 mg; Vit. B₆ - 1.500 mg; Biotina - 50 mg; Ácido fólico - 500 mg; Ácido pantotêmico - 4000 mg; B.H.T. - 12,25 g; Colina - 40 g; Fe - 5.000 mg; Cu - 500 mg; Mn - 1.500 mg; Co - 10 mg; I - 50 mg; Se - 10 mg e Zn - 5.000 mg. ¹Composição analisada. ²Composição calculada.

O programa SAS 8.0 foi usado nas análises estatísticas. O teste de Cramer-von-mises foi utilizado para acessar a normalidade dos dados. Os resultados da análise de variância mostraram que havia diferenças entre as médias. Foi realizada, então, a análise de regressão dos dados, mas nenhum parâmetro avaliado se ajustou aos modelos (linear, quadrático e polinomial); portanto realizou-se o teste de Tukey para comparação de médias ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada mortalidade de nenhum peixe durante o experimento. A substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em até 75%

não prejudicou ($P > 0,05$) o desempenho (Tabela 2). Porém, quando foi realizada a substituição total (100%) da farinha de peixe, observou-se piora ($P < 0,05$) no ganho de peso, na conversão alimentar e na taxa de eficiência protéica dos animais. Estes resultados diferem daqueles obtidos anteriormente para o curimba (GALDIOLI *et al.*, 2000), onde não houve piora no desempenho e na conversão alimentar com a utilização de dietas contendo somente farelo de soja como fonte protéica. Entretanto, no referido estudo, os peixes utilizados eram ligeiramente maiores e o período experimental foi mais curto, somente 49 dias, o que pode ter impedido que o crescimento fosse suficiente para detecção de diferenças significativas.

Resultados similares, com a utilização de diferentes fontes de proteína foram encontrados na literatura para outras espécies de peixes (COYLE *et al.* 2004; GAITLIN III *et al.* 2007; FABREGAT *et al.*, 2006), mostrando que realmente a substituição total nem sempre é possível. Ainda assim, viabilizar a

substituição parcial é um resultado importante. Sabe-se que a associação correta de fontes de origem vegetal com as de origem animal forma um alimento completo do ponto de vista nutricional, pois uma fonte complementa a deficiência de aminoácidos da outra (BUREAU *et al.*, 2000).

Tabela 2. Desempenho produtivo de juvenis de curimba alimentados com diferentes níveis de farelo de soja em substituição à farinha de peixe⁽¹⁾

	Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (%)					CV%
	0	25	50	75	100	
GP (g) ⁽¹⁾	4,66 ± 0,26a	4,06 ± 0,22a	4,26 ± 0,38a	4,27 ± 0,66a	3,29 ± 0,49b	10,45
Consumo (g)	15,5 ± 0,6a	14,6 ± 0,6ab	14,7 ± 0,4ab	14,5 ± 0,3b	14,7 ± 0,3ab	2,87
CA ⁽²⁾	3,34 ± 0,24b	3,61 ± 0,21b	3,46 ± 0,37b	3,46 ± 0,48b	4,51 ± 0,52a	15,08
TEP ⁽³⁾	1,16 ± 0,09b	1,07 ± 0,09b	1,12 ± 1,07b	1,13 ± 0,18b	0,86 ± 0,10a	14,13

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ⁽¹⁾Ganho de peso.

⁽²⁾Conversão alimentar. ⁽³⁾Taxa de eficiência protéica.

A inclusão do farelo de soja nas dietas pode provocar efeitos negativos sobre o desempenho dos peixes por três motivos: a inibição o consumo de ração, deficiências de aminoácidos essenciais e presença de fatores antinutricionais (AI e XIE, 2005; FASAKIN *et al.*, 2005). A maioria dos fatores antinutricionais da soja, como os inibidores de tripsina e as hemaglutininas, são inativados durante a tostagem do farelo de soja (LIENER, 1981). Entre os que resistem ao processamento, é possível destacar alguns carboidratos complexos, principalmente oligossacarídeos, como os galactooligosacarídeos. Esses carboidratos são pouco digestíveis e sua absorção depende principalmente da fermentação por bactérias, processo que pode afetar de forma negativa o desempenho e o aproveitamento dos nutrientes quando níveis elevados de inclusão são utilizados (KARR-LILIENHAL *et al.*, 2005).

Como a substituição total da farinha de peixe aparentemente não afetou o consumo de ração, provavelmente a piora no desempenho não foi causada por problemas de palatabilidade, e deve estar ligada a problemas nutricionais. Além da possibilidade de utilizar aminoácidos sintéticos nas rações, para garantir o fornecimento dos aminoácidos essenciais (FURUYA *et al.*, 2004; 2005), outra estratégia para viabilizar a substituição total seria a combinação de diferentes fontes vegetais, com diferentes perfis de aminoácidos. Além disso, quando são utilizadas

várias fontes protéicas em pequenas quantidades na formulação, também são evitados problemas com fatores antinutricionais.

A substituição da fonte protéica também alterou a composição corporal (Tabela 3). Nos peixes alimentados com a dieta sem farinha de peixe, o teor de matéria seca foi maior ($P < 0,05$), e os níveis de gordura aumentaram ($P < 0,05$) em detrimento da diminuição ($P < 0,05$) da porcentagem de proteína corporal. Estes últimos resultados normalmente estão associados à deficiência ou desbalanceamento dos aminoácidos. Quando ocorre deficiência de algum aminoácido essencial, os outros aminoácidos não podem ser utilizados na síntese protéica nos tecidos e são utilizados como fonte de energia, aumentando, desta forma, a deposição de gordura e diminuindo a síntese de tecido muscular (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002).

O desempenho não foi afetado nos peixes alimentados com as dietas contendo 50 e 75% de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja, mas nestes peixes, também foram observadas alterações na composição corporal, com aumento ($P < 0,05$) nos níveis de gordura e no índice hepatossomático. O aumento do índice hepatossomático nos animais que receberam a dieta contendo níveis a partir de 50% de substituição foi semelhante ao observado em *Dicentrarchus labrax* (KAUSHIK *et al.*, 2004) e *Gadus*

morhua (HANSEN *et al.* 2007). Esse aumento pode ser resultado de uma hiperplasia ou hipertrofia

deste órgão, que ocorre devido à sobrecarga em função do desbalanceamento nutricional.

Tabela 3. Composição corporal de juvenis de curimba alimentados com diferentes níveis de farelo de soja em substituição à farinha de peixe

	Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (%)					CV%
	0	25	50	75	100	
Umidade (%)	76,2 ± 1,0a	76,4 ± 0,5a	74,7 ± 0,8a	74,2 ± 0,6a	72,9 ± 1,3b	1,93
Proteína bruta (%)	60,4 ± 1,2a	60,4 ± 0,6a	58,4 ± 1,9a	58,6 ± 2,2a	54,6 ± 1,1b	1,74
Extrato etéreo (%)	7,1 ± 3,3bc	5,8 ± 2,3c	12,4 ± 6,2ab	14,2 ± 3,4a	14,5 ± 2,9a	19,63
IHS ⁽¹⁾	0,51 ± 0,15b	0,50 ± 0,12b	0,77 ± 0,18a	0,71 ± 0,20ab	0,80 ± 0,20a	13,73

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ⁽¹⁾Índice hepatossomático

CONCLUSÃO

A partir dos resultados podemos concluir que substituição de até 75% de farinha de peixe pelo farelo de soja (33,2% de inclusão) não prejudicou o crescimento dos animais, embora tenha provocado alterações na composição corporal e hiperplasia hepática.

REFERÊNCIAS

- AI, Q. e XIE, X. 2005 Effects of replacement of fish meal by soybean meal and supplementation of methionine in fish meal/soybean meal-based diets on growth performance of the southern catfish (*Silurus meridionalis*). *Journal of World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 36(4): 498-507.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. 2002 *Nutrição animal*. 4.ed. São Paulo: Nobel, p.387.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A.; RIBEIRO, F.B.; PENA. 2005 Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 34: 1795-1806.
- BOWEN, S.H. 1983 Detritivory in neotropical fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, Amsterdam, 9: 137-144.
- BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; BEVAN, D.J.; SIMMONS, L.A.; AZEVEDO, P.A.; CHO, C.Y. 2000 Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) diets. *Aquaculture*, Amsterdam, 181: 281-291.
- COYLE, S.D.; MENGEL, G.J.; TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D. 2004 Evaluation of growth, feed utilization, and economics of hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*, fed diets containing different protein sources in combination with distillers dried grains with solubles. *Aquaculture Research*, Oxford, 3: 365-370.
- FABREGAT, T.E.H.P.; FERNANDES, J.B.K.; RODRIGUES, L.A.; RIBEIRO, F.A.; SAKOMURA, N.K. 2006 Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, 28: 477-482.
- FASAKIN, E.A.; SERWATA, R.D.; DAVIES, S.J. 2005 Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*) diets. *Aquaculture*, Amsterdam, 249: 329-338.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; PEZZATO, A.C.; FURUYA, V.R.B.; MIRANDA, E.C. 2004 Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, Oxford, 35: 1110-1116.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G.; SANTOS, V.G.; SILVA, L.C.R.; SILVA, T.C.; FURUYA, V.R.B.; SALES, P.J.P. 2005 Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 34: 1433-1441.

- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES. 2000 Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus*, V.). *Acta Scientiarum*, Maringá, 22: 471-477.
- GAITLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURE, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. 2007 Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, Oxford, 38: 551-579.
- GONTIJO, A.M.; DE, M.C.; BARRETO, R.E.; SPEIT, G.; REYES, V.A.V.; VOLPATO, G.L.; SALVADORI, D.M.F. 2003 Anesthesia of fish with benzocaine does not interfere with comet assay results. *Mutation Research: Genetic Toxicology and Environmental mutagenesis*, Amsterdam, 534: 165-172.
- HANSEN, A.C.; ROSENLUND, G.; KARLSEN, Ø.; KOPPE, W.; HEMRE, G. 2007 Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I - Effects on growth and protein retention. *Aquaculture*, Amsterdam, 272: 599-611.
- HARDY, R.W. 2010 Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, Oxford, 41: 770-776.
- KARR-LILIENTHAL, L.K.; KADSERE, C.T.; GRIESHOP, C.M.; FAHEY JR, G.C. 2005 Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. *Livestock Production Science*, Amsterdam 97: 1-12.
- KAUSHIK, S.J.; COVÉS, D.; DUTTO, G.; BLANC, D. 2004 Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of marine teleost, the European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, Amsterdam, 230: 391-404.
- LIENER, I.E. 1981 Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, Champaign, 58: 406-415.
- NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H. 2000 Effects of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, London, 5: 1017-1024.
- NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUREAU, D.P.; CHIU, A.; ELLITT, M.; FARRELL, A.P.; FOSTER, I.; GATLIN, D.M.; GOLDBURG, R.J.; HUA, K.; NICHOLS, P.D. 2009 Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, Washington, 36: 15103-15110.
- SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. 2002 *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 235p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 1994 *Limnologia Aplicada a Aquicultura*. Jaboticabal: FUNEP. 70p.