

Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*)

Thiago El Hadi Perez Fabregat^{1*}, João Batista Kochenborger Fernandes², Laurindo André Rodrigues¹, Felipe de Azevedo Ribeiro¹ e Nilva Kazue Sakomura³

¹Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. * Autor para correspondência. e-mail: thiagofabregat@hotmail.com

RESUMO. Nove dietas experimentais combinando níveis de substituição (0, 50% e 100%) da farinha de peixe pelo farelo de soja, com três níveis de proteína bruta (28, 30 e 32%), foram fornecidas para juvenis de apaiari (22,42 g) durante 84 dias. A substituição total da farinha de peixe afetou negativamente ($P<0,05$) a sobrevivência, o ganho de peso, o consumo de ração e o fator de condição. Os peixes que receberam as dietas contendo somente farelo de soja apresentaram diminuição ($P<0,05$) no índice hepatossomático, no índice gorduro-viscero-somático e na porcentagem de lipídeo no fígado e no músculo. O ganho de peso foi maior ($P<0,05$) para os peixes que receberam a dieta com 32% de proteína. A dieta contendo 28% de proteína bruta elevou ($P<0,01$) o índice hepatossomático. O farelo de soja pode substituir 50% da farinha de peixe sem comprometer a performance. O nível de 32% de proteína bruta foi o que proporcionou o melhor desempenho.

Palavras chave: farelo de soja, farinha de peixe, proteína animal, proteína vegetal, exigência protéica, valor nutricional.

ABSTRACT. Sources and levels of crude protein in diets for oscar juveniles (*Astronotus ocellatus*). Nine experimental diets combining levels of substitution (0, 50 and 100%) of the fish meal by soybean meal, with three levels of crude protein (28, 30 and 32%) were supplied for oscar juveniles (22.42 g) during 84 days. The total replacement of fish meal by soybean meal inhibited the feed consumption and negatively affected ($P<0.05$) the survival, weight gain and condition factor. Fish fed with the diet containing only soybean meal the hepatosomatic index, intraperitoneal fat ratio, liver lipid and muscle lipid were smaller ($P<0.05$). The weight gain was better ($P<0.05$) in the fish fed with the diet containing 32% of crude protein. The hepatosomatic index was bigger ($P<0.01$) for the fish fed with the diet containing 28% of crude protein. Fish meal can be partially replaced in 50% by soybean meal. The best performance was obtained with the diet containing 32% of crude protein.

Key-words: soybean meal, fish meal, animal protein, vegetable protein, protein requirement, nutritional value.

Introdução

O apaiari (*Astronotus ocellatus*) é um ciclídeo originário da bacia amazônica que está disseminado em aquários em todo o mundo e também apresenta alto potencial para a piscicultura de corte. É uma espécie bastante precoce que se reproduz em ambientes com baixa renovação de água e se destaca pelo admirável sabor de sua carne (Fontenele, 1951). Entretanto poucas pesquisas foram realizadas sobre as exigências nutricionais desse peixe (Baldissserotto e Gomes, 2005).

A proteína é o nutriente mais oneroso na preparação de dietas para peixes. A farinha de peixe,

ingrediente de elevado valor biológico e palatabilidade, é a principal fonte protéica utilizada. O uso dessa fonte, entretanto, aumenta os custos de produção da ração e do peixe produzido. Existe, portanto, uma demanda crescente por fontes protéicas vegetais alternativas e alguns estudos nessa área já foram publicados (Olvera-Novoa *et al.*, 2002; Coyle *et al.*, 2004).

O farelo de soja é um subproduto muito estudado na nutrição de peixes (Kaushik *et al.*, 2004; Chou *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2004; Ai e Xie, 2005) que pode ser utilizado como sucedâneo da farinha de

peixe na nutrição do apaiari. Segundo Fernandes et al. (2001), o farelo de soja apresenta um perfil de aminoácidos favorável à maioria dos peixes e está disponível nos mercados mundiais a um preço inferior ao da farinha de peixe.

O nível adequado de proteína bruta na dieta para promover o crescimento do apaiari ainda não foi estabelecido. O fornecimento de proteína em níveis maiores que os exigidos pelos peixes, além de aumentar os custos de produção, piora a qualidade da água devido ao aumento da excreção de nitrogênio e causa sérios impactos ambientais.

Dessa forma, este estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja, bem como estudar diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e o metabolismo de lipídeos de juvenis de apaiari.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Peixes Ornamentais do Centro de Aquicultura da Unesp de Jaboticabal, Estado de São Paulo, por um período de 84 dias. Foram utilizados 162 juvenis de apaiari ($22,42 \pm 4,48$ g), distribuídos em 27 aquários de polietileno com capacidade de 120 litros, com aeração contínua e temperatura constante.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três blocos (classes de peso), de forma que cada repetição foi constituída por 6 peixes. Foram testados nove tratamentos em esquema fatorial 3 x 3, em que foram combinados três níveis de substituição (0, 50 e 100%) da farinha de peixe por farelo de soja, com três níveis de proteína bruta (28, 30 e 32%).

As dietas eram isocalóricas ($3949 \text{ kcal EB kg}^{-1}$) e foram formuladas conforme apresentado na Tabela 1. As análises de composições proximais dos ingredientes foram realizadas de acordo com as metodologias da AOAC (1995), no Laboratório de Nutrição Animal (Lana) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Jaboticabal, Estado de São Paulo. As rações foram peletizadas na fábrica de ração do Centro de Aquicultura da Unesp.

A alimentação foi fornecida duas vezes por dia, observando-se a saciedade de modo a não haver sobras. Diariamente, as excretas que se acumulavam no fundo dos aquários eram retiradas por sifonamento e parte da água, renovada. Durante o período experimental, foi realizada a avaliação da qualidade da água por meio de análises físicas e químicas, com leituras diárias de temperatura e,

quinzenalmente, foram determinados o potencial hidrogeniônico (pH), a alcalinidade total ($\text{mg de CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$), o oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$) e a amônia ($\mu\text{g L}^{-1}$).

Tabela 1. Ingredientes e composição das dietas experimentais.

Table 1. Ingredients and composition of experimental diets.

Ingredientes	FS ²	FS	FS	FS/FP ³	FS/FP	FS/FP	FP ⁴	FP	FP
Ingredients	28	30	32	28	30	32	28	30	32
Farelo de soja	49	54	60	21,5	27	27	-	-	-
Soybean meal									
Farinha de peixe	-	-	-	24,5	24	28,5	41,5	48	53
Fish meal									
Milho	21	15	12	30	23	20	28,5	27	25
Corn									
Farelo de trigo	22	23	20	20	22	21	29	22	19
Wheat bran									
Óleo de soja	2	2	2	1	1	1	-	-	-
Soybean oil									
Fosfato bicálcico	3	3	3	1	1	1,5	-	-	-
Dicalcium phosphate									
Calcário	2	2	2	1	1	-	-	-	-
Limy									
Sup. vit. e mineral ¹	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vit. Mineral premix									
Bagaco de cana	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Sugarcane bagasse									
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição analisada/ Calculada (%)									
Calculated/ analysed composition (%)									
Matéria seca ⁵	89,8	89,9	90,0	90,0	90,1	90,2	90,1	90,4	90,5
Dry matter									
Proteína bruta ⁵	28,1	30,0	32,0	28,1	30,2	32,0	28,1	30,1	32,0
Crude protein									
Extrato etéreo ⁵	4,46	4,35	4,26	4,51	4,49	4,59	4,38	4,50	4,62
Ether extract									
ENN ⁵	40,9	38,5	36,4	41,2	38,3	36,6	40,1	36,6	33,9
Nitrogen free extract									
Fibra bruta ⁵	6,31	6,65	6,75	4,58	4,83	4,69	3,69	3,83	3,54
Crude fiber									
Cálcio ⁶	1,79	1,81	1,82	2,20	2,37	2,40	2,79	3,20	3,53
Calcium									
Fósforo ⁶	1,15	1,17	1,18	1,36	1,47	1,70	1,79	1,95	2,09
Phosphorus									
EB (kcal kg^{-1}) ⁵	3974	3985	3995	3958	3960	3972	3913	3897	3887
Gross energy									
Met. + Cistina ⁶	0,74	0,78	0,82	0,75	0,82	1,23	1,33	1,46	1,57
Methionine + Cystine									
Lisina ⁶	1,63	1,77	1,93	2,10	2,30	2,53	2,51	2,82	3,08
Lysine									
Treonina ⁶	1,17	1,25	1,35	1,28	1,39	1,50	1,39	1,52	1,64
Threonine									
Triptofano ⁶	0,47	0,52	0,56	0,38	0,41	0,43	0,29	0,31	0,32
Tryptophan									

¹Suplemento vitamínico e mineral (Vitamin mineral premix): 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 (Biotin) - 50 mg; Ácido fólico (folic acid) - 500 mg; Ácido pantotênico (Pantotenic acid) - 4000 mg; B.H.T. - 12,25 g; Colina (Coline) - 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. ²Farelo de soja (Soybean meal); ³Farinha de peixe + farinha de peixe (Soybean meal + fish meal); ⁴Farinha de peixe (fish meal); ⁵Composição analisada (Analysed composition); ⁶Composição calculada (Calculated composition). ENN - Extrativo não nitrogenado (Nitrogen free extract); EB - Energia bruta (Gross energy).

As biometrias para avaliar o crescimento em peso e o comprimento foram realizadas no início do experimento, aos 28, 56 e 84 dias. No final do experimento, os seguintes parâmetros foram avaliados para determinar a eficiência das dietas experimentais: sobrevivência (S), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), fator de condição ($\text{FC} = 100 \times (\text{peso}/\text{comprimento}^3)$), conversão alimentar aparente (CA) e taxa de eficiência protéica ($\text{TEP} = 100 \times (\text{ganho de peso absoluto}/\text{proteína bruta consumida})$).

Durante a última biometria, dois peixes por aquário foram anestesiados com benzocaína (50 mg L⁻¹), pesados e sacrificados para a retirada imediata do fígado e da gordura visceral, os quais, posteriormente, foram pesados para os cálculos de índice hepatossomático (IHS = 100 x (peso do fígado/peso corporal)) e de índice gorduro-viscerossomático (IGVS = 100 x (peso da gordura visceral/peso corporal)). O fígado e um fragmento do músculo esquelético retirado da região caudal foram conservados no gelo e estocados para dosagem de lipídeo total de acordo com a técnica descrita por Blight e Drier (1959).

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas através do teste F para análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS 8.0 (SAS Institute, 2004).

Resultados e discussão

Os parâmetros limnológicos se mantiveram dentro dos limites adequados para o desenvolvimento dos peixes (Boyd, 1982). As médias dos valores durante todo o período experimental foram as seguintes: pH 7,73±0,10; temperatura 26,5±0,83°C; oxigênio dissolvido 6,02±0,51 mg L⁻¹; alcalinidade total 111,1±10,0 mg L⁻¹ e amônia 8,98±2,22 µg L⁻¹.

Os resultados de sobrevivência, ganho de peso, consumo de ração, fator de condição, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica para juvenis de apaiari, recebendo diferentes fontes e níveis de proteínas durante o período experimental total, estão apresentados na Tabela 2. O índice hepatossomático, o índice gorduro-viscerossomático e a porcentagem de lipídeo no fígado e no músculo obtidos no final do experimento estão apresentados na Tabela 3. Não houve interação significativa entre as fontes e os níveis testados (P>0,05) para nenhum dos parâmetros estudados.

As médias de sobrevivência foram menores (P<0,05) para os peixes alimentados com as dietas contendo somente farelo de soja em relação aos que receberam as dietas com 100% de farinha de peixe. O nível intermediário não diferiu dos demais tratamentos. A fonte protéica também afetou o ganho de peso, o consumo de ração e o fator de condição, que foram menores (P<0,01) para as dietas que não continham farinha de peixe em relação aos demais tratamentos. A conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica não variaram (P>0,05) entre as diferentes fontes protéicas.

Tabela 2. Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias obtidas no desempenho do apaiari.

Table 2. F values, coefficient of variation (CV) and performance means of oscar.

Estatística <i>Statistic</i>	Parâmetros <i>Parameters</i>					
	Sobrevivência <i>Survival</i>	GP <i>WG</i>	Consumo <i>Intake</i>	FC <i>CF</i>	CA <i>FC</i>	TEP <i>PER</i>
F Bloco <i>Block F</i>	4,34*	8,93**	0,73 ^{ns}	1,55 ^{ns}	3,95*	5,86*
Efeito da fonte (F) <i>Protein source</i>	4,81*	11,01**	9,11**	8,45**	2,10 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Efeito dos níveis (N) <i>Protein level</i>	0,05 ^{ns}	6,70**	0,39 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,96 ^{ns}	2,88 ^{ns}
Interação (F x N) <i>Interaction (F x N)</i>	0,69 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,01 ^{ns}
CV (%)	35,05	32,47	31,57	5,24	39,40	35,33
Fontes <i>Sources</i>		Média <i>Mean</i>				
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	55,55 ^b	12,67 ^b	21,31 ^b	2,11 ^b	2,22 ^a	1,93 ^a
Far. soja + Far. Peixe <i>S. meal + Fish meal</i>	79,62 ^{ab}	25,59 ^a	39,70 ^a	2,31 ^a	1,87 ^a	2,21 ^a
Farinha de Peixe <i>Fish meal</i>	94,44 ^a	26,62 ^a	39,99 ^a	2,31 ^a	1,51 ^a	2,21 ^a
Níveis <i>Levels</i>						
28% PB (CP)	77,77 ^a	17,06 ^b	35,27 ^a	2,23 ^a	2,25 ^a	1,76 ^a
30% PB (CP)	77,77 ^a	19,31 ^b	31,12 ^a	2,19 ^a	1,78 ^a	2,00 ^a
32% PB (CP)	74,07 ^a	28,51 ^a	34,61 ^a	2,30 ^a	1,58 ^a	2,58 ^a

^{ns} não-significativo (not significant), * (P<0,05), ** (P<0,01). GP - ganho de peso (WG - weight gain); FC - fator de condição (CF - condition factor); CA - conversão alimentar (FC - feed:gain ratio); TEP: taxa de eficiência protéica (PER - protein efficiency rate).

Tabela 3. Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias obtidas para o índice hepatossomático (IHS), índice gorduro-viscerossomático (IGVS), lipídeo no fígado e no músculo do apaiari.

Table 3. F values, coefficient of variation (CV) and means of hepatosomatic index, intraperitoneal fat ratio, liver lipid and muscle lipid.

Estatística Statistic	IHS HSI		IGVS IFR		Lipídeo no fígado Liver lipid		Lipídeo no músculo Muscle lipid	
F Bloco Block F	2,20 ^{ns}	3,32 ^{ns}			1,38 ^{ns}		0,52 ^{ns}	
Efeito da fonte (F) Protein source	17,80**	12,35**			4,31**		4,55*	
Efeito dos níveis (N) Protein level	12,61**	2,72 ^{ns}			1,45 ^{ns}		0,39 ^{ns}	
Interação (F x N) Interaction (F x N)	0,32 ^{ns}	1,21 ^{ns}			1,76 ^{ns}		0,87 ^{ns}	
CV (%)	16,35	53,88			30,50		44,69	
Fontes Sources	Média Mean							
Farelo de soja Soybean meal	1,72 ^b	0,13 ^b			9,66 ^b		1,25 ^b	
Far. soja + Far. Peixe S. meal + Fish meal	2,28 ^a	0,36 ^a			13,83 ^a		1,67 ^{ab}	
Farinha de Peixe Fish meal	2,30 ^a	0,30 ^a			14,25 ^a		2,01 ^a	
Níveis Levels								
28% PB (CP)	2,46 ^a	0,30 ^a			13,65 ^a		1,67 ^a	
30% PB (CP)	1,99 ^b	0,30 ^a			12,80 ^a		1,50 ^a	
32% PB (CP)	1,85 ^b	0,20 ^a			11,29 ^a		1,77 ^a	

^{ns} não-significativo (not significant), * (P<0,05), ** (P<0,01). IHS - índice hepatossomático (HSI - hepatosomatic index); IGVS - índice gorduro-viscerossomático (IFR - intraperitoneal fat ratio).

Resultados semelhantes foram encontrados por Coyle *et al.* (2004), os quais constataram que a substituição total da proteína animal por proteína vegetal não interferiu na sobrevivência, mas afetou negativamente o crescimento, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica de juvenis de tilápias híbridas (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) criadas em

aquários de 110 litros. O farelo de girassol, outra fonte de proteína vegetal, pode substituir em até 20% a farinha de peixe em dietas para tilápias sem prejudicar o desempenho (Olvera-Novoa et al., 2002). Da mesma forma, Mundheim et al. (2004), trabalhando com o salmão (*Salmo salar*), não encontraram efeito sobre a sobrevivência, mas observaram correlação positiva da inclusão da farinha de peixe em substituição a uma mistura protéica à base de milho e de soja com o ganho de peso, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica.

Entretanto Kaushik et al. (2004) averiguaram que a substituição de até 98% da farinha de peixe por proteína vegetal não afetou o crescimento e a conversão alimentar, mas diminuiu a taxa de eficiência protéica do European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Em estudo com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Fernandes et al. (2001) concluíram que a substituição total da farinha de peixe não afetou o ganho de peso, a taxa de crescimento específico, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica.

Os piores resultados de desempenho obtidos com a ração contendo o farelo de soja como principal fonte protéica podem estar relacionados com a baixa palatabilidade dessa fonte vegetal, uma vez que essa dieta proporcionou um menor consumo. Segundo Webster et al. (1997), a palatabilidade de dietas para peixes carnívoros afeta o consumo e pode afetar o desempenho. Além disso, segundo Gidduck et al. (1987), o aumento da palatabilidade da ração melhora também a utilização do alimento como resposta ao reflexo céfálico.

De acordo com Ai e Xie (2005), existem três hipóteses para explicar os efeitos negativos do farelo de soja sobre o desempenho: a diminuição do consumo provocada pela baixa palatabilidade desse subproduto, o efeito de alguns fatores antinutricionais sobre digestibilidade e a deficiência de alguns aminoácidos da proteína do farelo de soja. Bureau et al. (1998) verificaram que a utilização de farelo de soja na dieta de juvenis de chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) inibiu o consumo de alimento e prejudicou a sobrevivência e o crescimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Reigh e Ellis (1992) em estudo com o red drum (*Sciaenops ocellatus*).

Por outro lado, em experimento realizado por Ai e Xie (2005) com o southern catfish (*Silurus meridionalis*), o aumento da porcentagem de farelo de soja na dieta elevou significativamente o consumo de ração e diminuiu de forma significativa a digestibilidade aparente das dietas. Neste estudo, a

suplementação com metionina na ração contendo 52% da proteína proveniente do farelo de soja melhorou significativamente o desempenho em relação à mesma dieta sem a adição de aminoácidos. Choi et al. (2004) constataram que a substituição de até 20% da farinha de peixe por farelo de soja, em dietas sem suplementação de aminoácidos e de até 30% em dietas com suplementação de metionina e lisina, não comprometeu a sobrevivência, o ganho de peso, o fator de condição, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica de juvenis de olive flounder (*Paralichthys olivaceus*).

A substituição total da farinha de peixe por farelo de soja comprometeu o estoque energético dos animais. Os peixes que receberam essa dieta apresentaram menor índice hepatossomático, menor índice gorduro-viscerossomático e menor porcentagem de lipídeo no fígado em relação aos outros tratamentos ($P < 0,01$). A porcentagem de lipídeo no músculo diferiu ($P < 0,05$) apenas em relação à dieta contendo somente farinha de peixe.

Resultados parecidos foram obtidos por Choi et al. (2004), os quais concluíram que a substituição de 40% da farinha de peixe por farelo de soja diminuiu significativamente o índice hepatossomático de juvenis de olive flounder. Watanabe et al. (2001) constataram que a utilização de dietas isentas de farinha de peixe para o yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) diminuiu a proporção de lipídeos no fígado e no músculo em relação à dieta controle.

Por outro lado, a substituição de até 98% da farinha de peixe por farelo de soja não interferiu nos índices hepatossomático e gorduro-viscerossomático do European seabass (Kaushik et al., 2004). Em estudo realizado com juvenis de bijupirá (*Rachycentron canadum*), a substituição parcial da farinha de peixe por farelo de soja aumentou significativamente a porcentagem de lipídeo no músculo (Chou et al., 2004).

No presente estudo, o nível de proteína bruta da dieta não afetou a sobrevivência ($P > 0,05$), contudo o ganho de peso foi maior ($P < 0,01$) nos peixes alimentados com a dieta contendo 32% de proteína bruta em comparação com os outros tratamentos. O consumo de ração, o fator de condição, a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica não variaram entre os diferentes níveis ($P > 0,05$).

De acordo com Baldisserotto e Gomes (2005), não há na literatura estudos sobre as exigências nutritivas do apaiari, portanto serão necessários mais estudos com níveis mais elevados de proteína para confirmar os resultados do presente experimento. Para a tilápia, que também é um ciclídeo, as

exigências de proteína bruta estudadas apresentam resultados bastante variáveis. Existem estimativas de 30% (Wang *et al.*, 1985), 32% (Shiau *et al.*, 1987) e até 40% (Jauncey, 1982) de proteína bruta. Em estudo mais recente, El-Saidy e Gaber (2005), testando dois níveis de proteína bruta (25 e 30%) e três taxas de alimentação (1, 2 e 3%) para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em tanques de concreto, concluíram que o aumento no nível de proteína bruta não afetou a sobrevivência e o crescimento e ainda piorou a conversão alimentar.

Em estudo com o silver perch (*Bydianus bydianus*), Yang *et al.* (2002) concluíram que o ganho de peso e a conversão alimentar aumentaram significativamente com o aumento do nível de proteína bruta da dieta de 13% para 37%. A utilização de níveis superiores a 37% não proporcionou diferenças significativas. O fator de condição foi menor nos níveis mais baixos de proteína. A taxa de eficiência protéica foi inversamente proporcional ao nível de proteína da dieta, resultado que pode estar relacionado com a utilização da proteína como fonte de energia em dietas com alto teor protéico. Gaylord e Gatlin III (2001), testando dois níveis de proteína bruta (32 e 37%) em dietas para o channel catfish (*Ictalurus punctatus*), verificaram que o aumentou no nível de proteína melhorou o ganho de peso, a eficiência alimentar e também diminuiu o consumo de ração.

O índice hepatossomático foi maior ($P < 0,05$) nos peixes que receberam as rações contendo 28% de proteína em relação aos demais tratamentos. O nível de proteína na dieta não interferiu na deposição de gordura nas vísceras, no fígado e no músculo do apaiari ($P > 0,05$).

Alguns estudos anteriores já relacionaram a diminuição do nível de proteína com o aumento do índice hepatossomático. Hatlen *et al.* (2005) em estudo com juvenis de Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) constataram que a diminuição do nível de proteína na dieta aumentou significativamente o índice hepatossomático e não afetou a deposição de gordura nas vísceras. Segundo os autores, a elevação no índice hepatossomático pode estar ligada com a maior proporção de glicogênio hepático, provocada pelo aumento dos níveis de carboidratos na dieta. Hidalgo e Alliot (1988), trabalhando com juvenis de sea bass (*Dicentrarchus labrax*), também verificaram aumento significativo do índice hepatossomático e do glicogênio hepático com a diminuição do nível de proteína bruta da dieta. Em estudo com o silver perch, os índices hepatossomático e gorduro-viscerossomático encontrados foram inversamente proporcionais ao nível de proteína da dieta (Yang *et al.*, 2002).

Por outro lado, Gaylord e Gatlin III (2001), trabalhando com o channel catfish, constataram que o aumento no nível de proteína não afetou significativamente os índices hepatossomático, gorduro-viscerossomático e a deposição de gordura no fígado e no músculo.

Conclusão

O farelo de soja pode substituir em 50% a farinha de peixe em dietas para o apaiari, sem comprometer a performance dos peixes. O nível de 32% de proteína bruta foi o que proporcionou o melhor desempenho.

Referências

- AI, Q.; XIE, X. 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*). *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 36, n. 4, p. 498-507, 2005.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC, 1995.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 1. ed. Santa Maria: Editora Universidade Federal de Santa Maria, 2005.
- BLIGHT, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total extraction and purification of lipids. *Can. J. Biochem. Physiol.*, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BOYD, C.E. *Water quality management for pond fish culture, development in aquaculture and fisheries science*. v. 9. Nova York: Elsevier, 1982.
- BUREAU, D.P. *et al.* The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, p. 27-43, 1998.
- CHOI, S.M. *et al.* Dietary dehulled soybean meal as a replacement for fish meal in fingerling and growing olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquac. Res.*, Oxford, v. 35, p. 410-418, 2004.
- CHOU, R.L. *et al.* Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 229, p. 325-333, 2004.
- COYLE, S.D. *et al.* 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. *Aquac. Res.*, Oxford, v. 3, p. 365-370, 2004.
- EL-SAIDY, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. Effects of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in concrete tanks. *Aquac. Res.*, Oxford, v. 36, p. 163-171, 2005.
- FERNANDES, J.B.K. *et al.* Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 617-

626, 2001.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do apaiari *Astronotus ocellatus* em cativeiro. Aparelho de reprodução, hábitos de desova e proficiência. *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 11, n. 4, p. 467-484, 1951.

GAYLORD, T.G.; GAITLIN III, D.M. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 194, p. 337-348, p. 337-348, 2001.

GIDDUCK, S.A. et al. Cephalic reflexes: their role in digestion and possible roles in absorption and metabolism. *J. Nutr.*, Illinois, v. 117, p. 1191-1196, 1987.

HATLEN, B. et al. Growth, feed utilization and body composition in two size groups of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* fed diets differing in protein and carbohydrate content. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 249, p. 401-408, 2005.

HIDALGO, F.; ALLIOT, E. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 72, p. 11-129, 1988.

JAUNCEY, K. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 27, p. 43-54, 1982.

KAUSHIK, S.J. et al. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of marine teleost, the European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 230, p. 391-404, 2004.

MUNDHEIN, H. et al. Growth, feed efficiency and digestibility in salmon *Salmo salar* fed different dietary proportions of vegetable protein sources in combination with two fish meal qualities. *Aquaculture*, Amsterdam,

v. 237, p. 31331, 2004.

OLVERA-NOVOA, M.A. et al. Sunflower seed meal as a protein source in diets for Tilapia rendalli fingerlings. *Aquac. Res.*, Oxford, v. 33, p. 223-229, 2002.

REIGHT, R.C.; ELLIS, S.C. Effects of dietary soybean and fish-protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 104, p. 279-292, 1992.

SAS INSTITUTE. SAS® user's guide: statistics, versão 8.0. Cary, 2004.

SHIAU, S.Y. et al. Inclusion of soybean meal in tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* at two protein levels. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 65, p. 251-261, 1987.

YANG, S.D. et al. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch *Bydianus bydianus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 213, p. 363-372, 2002.

WANG, K.W. et al. Optimum protein and digestible energy levels in diet for Tilapia nilotica. *Bull. Jap. Soc. Scientific Fish.*, Tokyo, v. 51, p. 141-146, 1985.

WATANABE, T. et al. Quality evaluation of different types of non-fish meal diets for yellowtail. *Fish. Sci.*, Tokyo, v. 67, p. 461-469, 2001.

WEBSTER, C.D. et al. Effects of replacing fish meal in diets on growth and body composition of palmetto bass *Morone saxatilis* x *Morone chrysops* raised in cages. *J. Appl. Aquac.*, Binghamton, v. 7, n. 1, p. 53-67, 1997.

Received on March 02, 2006.

Accepted on December 20, 2006.