Farelo de soja integral em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Wilson Massamitu Furuya^{1*}, Carmino Hayashi², Valeria Rossetto Barriviera Furuya³, Eduardo Shiguero Sakaguti¹, Daniele Botaro¹, Lilian Carolina Rosa Silva¹ e Samara Acosta Auresco¹

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

²Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

³Zootecnista, Rua Bragança, 745, 87020-220, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: wmfuruya@uem.br

RESUMO. Este estudo objetivou avaliar o farelo de soja integral (FSI) em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Foram utilizados 64 alevinos com 1,59 ± 0,06g distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com 4 tratamentos (0,0; 7,0; 14,0 e 22,0% de inclusão de FSI) substituindo, respectivamente, 0,0; 19,3; 41,0 e 60% da proteína do farelo de soja (FS) e 4 repetições. As rações isoprotéicas (± 27% de proteína bruta) e isocalóricas (± 3.400kcal de energia digestível/kg), foram fornecidas durante 48 dias. Não foi observado efeito da inclusão de FSI sobre a taxa de sobrevivência. O consumo aumentou linearmente com o aumento nos níveis de inclusão de FSI. Foi observado efeito quadrático dos níveis de inclusão de FSI sobre ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica. O mais adequado valor foi o de 17%, ou 46% de substituição da proteína do FS pela do FSI.

Palavras-chave: desempenho, farelo de soja integral, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo.

ABSTRACT. Full-fat soybean meal in diets for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. This study was carried out to evaluate full-fat soybean meal (FFSM) in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) juveniles. Sixty-four fingerlings (1.59 ± 0.06g) were distributed in a randomized block design with four treatments (0.0; 7.0; 14.0 and 22.0% of FFSM inclusion) replacing 0.0; 19.3; 41.0 and 60.0% of protein from soybean meal (SM), respectively, and four replicates. The ration, isoproteic (± 27.0% of crude protein) and isocaloric (± 3,400kcal of digestible energy/kg) were fed for a period of 48 days. There was no effect of FFSM inclusion levels on survival rate. The feed intake increased linearly with the FFSM inclusion levels. A quadratic effect of FFSM inclusion levels on weight gain, feed/gain ratio, protein efficiency ratio and cost per kilogram gain was observed. The best level of FFSM inclusion was the 17.0%, or 46.0% of SM protein replaced by FFSM protein.

Key words: performance, full-fat soybean meal, *Oreochromis niloticus*, Nile tilapia.

Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é nativa da África, sendo criada principalmente nos países tropicais e subtropicais (Hildsorf, 1995; Kubarik, 1997). Foi introduzida no Brasil em 1971, sendo uma das espécies que mais se adaptou ao nosso clima (Mainardes-Pinto *et al.*, 1989).

É considerada uma das espécies mais promissoras para a piscicultura, pelo rápido crescimento em criação intensiva, pela facilidade de obtenção de larvas, pela rusticidade e pelo hábito alimentar onívoro, consumindo ração logo após o início da alimentação exógena. Sua carne possui boas características organolépticas e seu filé não apresenta espinhos intramusculares em forma de “Y”, sendo

possível sua industrialização para comercialização no mercado interno e externo (Tengjaroenkul *et al.*, 2000).

A produção mundial de pescado alcançou um platô entre 90 e 100 milhões de toneladas, com produção de cerca de seis milhões de toneladas de farinha de peixe, não havendo perspectivas de aumento (FAO, 1998). Essa fonte é tradicionalmente utilizada pelo valor nutritivo e pela aceitabilidade, mas seu preço mundial varia de acordo com sua disponibilidade na América do Sul e com a produção mundial de farelo de soja nos EUA (Hardy e Kissil, 1997).

Os autores são unânimes em relação à importância de estudos visando à substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de menor custo. O farelo de

soja é a principal fonte protéica de origem vegetal, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo (Kaushik *et al.*, 1995; El-Sayed, 1998), ainda que apresente deficiência de aminoácidos sulfurados (Gomes *et al.*, 1995; Popma e Lovshim, 1996).

O menor desempenho obtido com o farelo de soja, em relação à farinha de peixe, é atribuído à presença de inibidores de proteases, que reduzem a atividade das enzimas digestivas (Webster *et al.*, 1992; Krogdahl *et al.*, 1994) e aumentam a excreção de nitrogênio fecal (Dabrowski *et al.*, 1989; Van den Ingh *et al.*, 1991). Além disso, a soja e os seus subprodutos possuem outros fatores antinutricionais, destacando-se as lectinas, o ácido fítico e as saponinas, que afetam negativamente o desempenho dos peixes (Francis, 2001).

O farelo de soja integral tem sido utilizado em rações para organismos aquáticos para reduzir o custo com a alimentação. Além disso, esse ingrediente é preferido em relação ao farelo de soja, pois proporciona melhor aparência do grânulo submetido à extrusão.

Os estudos têm demonstrado resultados variáveis em função do conteúdo de fatores antinutricionais, principalmente pelo tipo de processamento utilizado em sua obtenção. Lovell (1988), em estudo realizado com o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) utilizando farelo de soja integral, encontrou aumento no teor de gordura na carcaça. Segundo o autor, esse fato ocorreu devido ao desbalanço na relação energia/proteína, pois à medida que o farelo integral de soja foi incluído nas rações em substituição ao farelo de soja, ocorreu aumento no conteúdo de lipídios, pelo maior teor de gordura do farelo de soja integral (aproximadamente de 18%) em relação ao farelo de soja.

O maior valor de energia digestível do farelo integral em relação ao farelo de soja foi encontrado por Gomes *et al.* (1995) e Fagbenro (1998), em trabalhos realizados com a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e com a tilápia do Nilo, respectivamente. Isso está relacionado ao seu maior conteúdo de lipídios e/ou pelo fato do farelo de soja integral ter sido submetido à extrusão (Boonyaratpalin *et al.*, 1998).

Para a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) de 5 a 18g, Shiau *et al.* (1990) observaram que a inclusão de 30% farelo de soja integral reduziu o ganho de peso, a eficiência de utilização e a digestibilidade da proteína, em relação à ração com proteína oriunda do farelo de soja. A baixa digestibilidade do farelo de soja integral de soja também foi observada por Wee e Shu (1989) e Fagbenro (1998), avaliando esse ingrediente em rações para a tilápia do Nilo.

O valor nutritivo do farelo de soja integral está estreitamente relacionado com o tipo de

processamento utilizado, com efeitos sobre a inativação dos fatores antinutricionais (Davies *et al.*, 1997; Bertol *et al.*, 2001). A utilização de farelo com atividade ureática acima de 1,8 (mudança de unidade de pH) é associada ao menor desempenho e digestibilidade da proteína (Boonyaratpalin *et al.*, 1998).

De forma geral, os estudos não consideraram a relação energia/proteína e o conteúdo de lipídios das rações como importantes, pois afetam diretamente o consumo e a utilização da energia e dos nutrientes. Além disso, é importante considerar os teores de antinutrientes presentes no farelo de soja integral para elaborar rações de elevado valor nutritivo e de custo mínimo. Poucos são os estudos sobre a utilização do farelo de soja integral na alimentação da tilápia do Nilo, um ingrediente de grande potencial para ser utilizado em rações para organismos aquáticos, pela sua disponibilidade e valor nutritivo.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a utilização do farelo de soja integral em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase inicial.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado em abril e maio de 2001, durante 48 dias, no Laboratório de Aqüicultura da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, Estado do Paraná.

Foram utilizadas 64 tilápias (*Oreochromis niloticus*) com peso vivo inicial médio de $1,58 \pm 0,06$ g, distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo considerado como bloco o tanque com 4 tanques-rede, em que cada bloco continha todos os tratamentos. Cada tanque-rede (150L) continha uma pedra porosa acoplada a soprador central. Os tanques foram cobertos com tela sombrite (70%) para minimizar a produção primária.

Foram elaboradas 4 rações com 0%; 7%; 15% e 22% de inclusão de soja integral, substituindo cerca de 0%; 19,3%; 40,7% e 59,7% da proteína do farelo de soja, respectivamente, com valores aproximados de energia digestível e de proteína bruta (Tabela 1).

Foi mantida a relação proteína:energia próxima ao valor determinado por Furuya *et al.* (1996) para a tilápia do Nilo. A suplementação de aminoácidos sulfurados seguiu a exigência estimada por Furuya *et al.* (2000) para a tilápia do Nilo. Foi utilizado o farelo de soja desativado, obtido através de cozimento (65 a 104°C) em reatores com controle de pressão e vácuo.

Tabela 1. Composição percentual e valores calculados das rações.

Ingrediente	0,0	7,0	15,0	22,0
Milho	35,20	34,60	34,60	34,60
Farelo de soja	30,70	25,00	18,50	13,00
Farelo de soja integral	0,00	7,00	15,00	22,00

Farelo de trigo	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00
Óleo de soja	6,20	5,50	4,00	2,50
DL-metionina	0,18	0,22	0,24	0,26
L-lisina	0,10	0,10	0,08	0,05
L-treonina	0,10	0,10	0,10	0,10
Fosfato bicálcico	1,50	1,50	1,50	1,50
Supl. Min.e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ²	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35
BHT ³	0,02	0,02	0,02	0,02
Aglutinante ⁴	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (matéria natural)				
Matéria seca (%) ⁵	89,22	89,23	89,15	89,06
Energia digestível (kcal/kg) ⁶	3420	3439	3421	3395
Proteína bruta (%) ⁷	26,83	26,76	26,74	26,82
Proteína/energia (mg/kcal) ⁸	78,45	77,81	78,17	79,00
Fibra bruta (%) ⁹	3,44	3,52	3,64	3,73
Extrato etéreo (%) ¹⁰	8,30	8,78	8,64	8,32
Cálcio (%) ¹¹	1,31	1,31	1,31	1,31
Fósforo disponível (%) ¹²	0,58	0,58	0,57	0,56
Metionina + cistina (%) ¹³	0,91	0,90	0,90	0,90
Lisina (%) ¹⁴	1,36	1,38	1,37	1,37
Treonina (%) ¹⁵	0,85	0,87	0,91	0,94
Triptofano (%) ¹⁶	0,26	0,27	0,28	0,28
RS/kg de ração ¹⁷	0,427	0,420	0,406	0,393

¹ Suplemento mineral e vitamínico (Supremais): composição/kg: Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000mg; vit. K3 = 2.400mg; vit. B1 = 4.800mg; vit. B2 = 4.800mg; vit. B6 = 4.000mg; vit. B12 = 4.800mg; ác. Fólico = 1.200mg; pantotenato de Ca = 12.000mg; vit. C = 48.000mg; biotina = 48mg; colina = 65.000mg; ácido nicotínico = 24.000mg; Fe = 10.000mg; Cu = 600mg; Mn = 4.000mg; Zn = 6.000mg; I = 20mg; Co = 2mg e Se = 20mg; ² Vitamina C com 42% de princípio ativo; ³ Antioxidante; ⁴ Alginato; ⁵ Valores segundo Rostagno (2000); ⁶ Valores segundo Hanley (1987), Fagbenro (1998), Furuya *et al.* (1999) e Pezzato *et al.* (2002); ⁷ 1 RS = US\$ 0,45.

Na confecção das rações, após pesagem e homogeneização dos ingredientes, foi acrescida água (45°C) na proporção de 25% sobre o peso total. A mistura foi peletizada em moinho de carne e desidratada em estufa de ventilação forçada (45°C), durante 18 horas. Após, foram mantidas em geladeira (5°C) durante um período de 2 horas, sendo depois, os grânulos, desintegrados em diâmetros entre 0,5 e 1,0mm. Os peixes foram alimentados à vontade até consumo voluntário, três vezes ao dia, às 8h; 13h e 17h.

As análises de solubilidade de proteína em KOH e atividade ureática do farelo de soja e do farelo de soja integral foram realizadas pelo Laboratório de Alta Tecnologia (Labtec-Mogiana Alimentos SA), localizado em Campinas-SP. As análises químico-físicas das rações foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, de acordo com a metodologia descrita por Silva (1990).

A taxa de eficiência protéica da proteína das rações foi calculada segundo a expressão de Jauncey e Ross (1982). O parâmetro oxigênio dissolvido (mg/L) na água de cada unidade experimental foi tomado no 3.º; 15.º; 30.º e 45.º dia do experimento. Os parâmetros de temperatura (°C), de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e de pH da água de cada unidade experimental foram tomados a cada 5 dias (8h e 18h). Essas medidas foram determinadas através de "kit" digital.

Todos os peixes foram pesados individualmente ao início e final do experimento em balança digital

(0,01g). A seleção dos peixes para distribuição nas unidades experimentais seguiu a metodologia descrita por Furuya *et al.* (1996).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo considerado como bloco o tanque-rede e, como unidade experimental, um tanque-rede com 4 peixes. As análises estatísticas das variáveis foram realizadas por análises de variância e de regressão polinomial, através do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Euclides, 1982).

Resultados e discussões

Foram obtidos valores médios para a temperatura, oxigênio dissolvido e pH, de $24,58 \pm 2,36^\circ\text{C}$; $4,48 \pm 0,91\text{mg/L}$ e $7,36 \pm 0,45$, respectivamente. Os valores dos parâmetros obtidos encontram-se dentro da faixa recomendada por Popma e Lovshin (1996) para a criação de tilápias.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios da composição química do farelo de soja e do farelo de soja integral (FSI).

Tabela 2. Composição química do farelo de soja e farelo de soja integral.

Composição	Farelo de soja	Farelo de soja integral
Matéria seca (%) ¹	89,10	88,12
Proteína bruta (%) ¹	46,12	39,48
Energia bruta (kcal/kg) ¹	4148	5180
Extrato etéreo (%) ¹	1,47	18,55
Fibra bruta (%) ¹	6,18	5,44
Cinzas (%) ¹	6,15	4,21
Solubilidade da proteína (%) ²	80,01	84,76
Atividade ureática ²	0,03	0,05

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA/DZO/UEM); ² Análises realizadas no LABTEC, Campinas, Estado de São Paulo.

O farelo de soja e o FSI apresentaram composições em matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinzas próximos aos valores descritos por Rostagno (2000). Ambos os farelos utilizados apresentaram valores adequados de solubilidade de proteína em KOH e de atividade ureática para utilização em rações para animais não-ruminantes. Segundo Dale (1988), a solubilidade da proteína deve estar entre 73 e 85% para permitir adequado desempenho dos animais.

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios de desempenho da tilápia do Nilo alimentada com rações contendo valores crescentes de inclusão de FSI.

Tabela 3. Valores médios de desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo valores crescentes de inclusão de farelo de soja integral.

Variável	Farelo de soja integral (%)				CV1(%)
	0,0	7,0	15,0	22,0	
Peso inicial (g)	1,61	1,59	1,58	1,60	4,23
Peso final (g)	10,42	11,15	11,60	11,53	5,52
Ganho de peso (g) ²	8,81	9,56	10,02	9,93	5,66
Consumo (g/peixe) ³	13,14	13,56	13,69	16,23	9,83
Conversão alimentar (g/g) ²	1,48	1,46	1,40	1,50	3,01

Taxa de eficiência protéica ²	2,60	2,62	2,71	2,47	5,81
R\$ em ração/kg de ganho de peso	0,62	0,61	0,56	0,62	3,34
Sobrevivência (%)	100,00	93,75	93,75	93,75	10,24

¹ Coeficiente de variação; ² Efeito quadrático ($P < 0,05$): ganho de peso ($Y = 8,8010 + 0,1387X - 0,0040X^2$; $R^2 = 1,00$); conversão alimentar ($Y = 1,4971 - 0,0168X + 0,0009X^2$; $R^2 = 0,62$) e taxa de eficiência protéica ($Y = 2,5802 + 0,0227X - 0,0012X^2$; $R^2 = 0,72$); ³ Efeito linear ($p > 0,05$): consumo ($Y = 12,7934 + 0,1296X$; $R^2 = 0,78$).

Os teores crescentes de inclusão de FSI nas rações não influenciaram ($p > 0,05$) a taxa de sobrevivência e o custo em ração/kg de ganho de peso. Com o aumento na inclusão de FSI nas rações, foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$) sobre o ganho de peso. O máximo valor dessa variável foi estimado com a utilização de 17,33% de FSI. Para a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) de 5 a 18g, Shiau *et al.* (1990) encontraram resultado próximo ao obtido neste estudo. Os autores observaram, ainda, que a ração com 30% FSI resultou em menor ganho de peso pelos peixes, em relação à ração somente com proteína oriunda do farelo de soja, o qual atribuíram à presença de inibidores de proteases, que reduziram a digestibilidade da proteína.

A utilização de rações com teores crescentes de inclusão de FSI resultou em aumento linear sobre o consumo, que foi mais destacado no tratamento com 22% de inclusão de FSI (Tabela 3).

Comparando o valor nutritivo do farelo de soja com o do FSI para a tilápia do Nilo, Wee e Shu (1989) e Fagbenro (1998) obtiveram menores coeficientes de digestibilidade da proteína do FSI, em relação ao obtido com o farelo de soja. De acordo com Webster *et al.* (1992) e Krogdahl *et al.* (1994), os inibidores de proteases reduzem a atividade das enzimas digestivas e, conseqüentemente, aumentam a excreção de nitrogênio fecal (Van den Ingh *et al.*, 1991), sendo este efeito mais acentuado em peixes carnívoros, que são menos tolerantes a este antinutriente (Dabrowski *et al.*, 1989).

Foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$) dos níveis de inclusão de FSI sobre as variáveis de conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, em que foram estimados os melhores valores com a inclusão de 9,34 e 9,46% de FSI, respectivamente. A melhora na conversão alimentar e na taxa de eficiência protéica com a inclusão de FSI até o nível de 15%, provavelmente está relacionada com os efeitos positivos do processamento sobre a redução dos fatores antinutricionais.

A redução no desempenho obtido com os peixes que receberam a ração com o teor mais elevado de FSI pode estar relacionado com o conteúdo de outros fatores antinutricionais, como, por exemplo, as saponinas que são termoestáveis (Francis, 2001). Além disso, o aumento no consumo pelos peixes que receberam a ração com valor mais elevado de inclusão de FSI, provavelmente aumentou a taxa de passagem e reduziu a utilização dos nutrientes, pelo menor tempo de exposição dos nutrientes às enzimas digestivas.

O emprego do FSI pelas indústrias que elaboram rações para organismos aquáticos tem aumentado, objetivando a redução no custo de produção. O farelo de soja possui apenas cerca de 1,4% de extrato etéreo, enquanto o FSI apresenta aproximadamente 18% de lipídios (Gomes *et al.*, 1995; Rostagno, 2000). Assim, rações elaboradas com elevado conteúdo de farelo de soja geralmente necessitam da incorporação de óleos e/ou gorduras durante ou após a extrusão, o que acarreta perda dos lipídios dos grânulos após a embalagem, o que pode afetar as características visuais para comercialização e também o valor nutritivo, principalmente decorrente das perdas pelas reações de oxidação e peroxidação dos lipídios.

Os resultados do presente estudo demonstraram que o farelo de soja integral pode substituir parcialmente a proteína do farelo de soja em rações para juvenis de tilápia do Nilo. Considerando as variáveis de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, pode-se concluir que o farelo de soja integral pode ser incluído em até 17%, substituindo cerca de 46% da proteína do farelo de soja, em rações de alevinos de tilápia do Nilo.

Referências

- BOONYARATPALIN, M. *et al.* Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, p.67-78, 1998.
- BERTOL, T. R. *et al.* Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 150-157, 2001.
- DABROWSKI, K. *et al.* Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 77, p. 29-49, 1989.
- DAVIES, S. J. *et al.* Partial substitution of fish meal and full-fat soya bean meal with wheat gluten and influence of lysine supplementation in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 28, p.317-328, 1997.
- DALE, N. M. Solubilidad de la proteína como indicador del procesado de la harina de soya. *Alimentos Balanceados*, v.5, n. 4, p.122-126, 1988.
- EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 29, p.275-280, 1998.
- EUCLYDES, R. F. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatística e genética). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- FAGBENRO, O. Apparent digestibility of various legumes seed meals in Nile tilapia diets. *Aquacult. Int.*, London, v. 6, p. 83-87, 1998.
- FAO. *Aquaculture production statistic 1987-1996*. FAO - Fisheries Circular n. 815. FAO, Rome, 1998.
- FRANCIS, G. *et al.* Antinutritional factors present in plant-

- derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 199, p. 197-227, 2001.
- 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, W. M. *et al.* Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In: ACUICULTURA VENEZUELA, 1999. *Anais...* Puerto La Cruz: WAS/LAC, 1999, p. 206-217.
- FURUYA, W. M. *et al.* Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, p. 29, n. 6, p. 1912-1917, 2000.
- GOMES, E. F. *et al.* Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 130, p. 177-186, 1995.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs in the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 66, p. 63-179, 1987.
- HARDY, R. W.; KISSIL, W. M. Trends in aquaculture feeding. *Feed Mix*, Doetinchen, v. 5, n.1, p. 31-34, 1997.
- HILDSORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 22, p.73-87, 1995.
- JAUNCEY, K.; ROSS, B. *A guide to tilapia feeds and feeding*. Stirling: University of Stirling, 1982.
- KAUSHIK, S. J. *et al.* Partial and total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality In rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 133, p. 257-274, 1995.
- KROGDAHL, A. *et al.* Soybean proteinase inhibitors effect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiol.*, Oxford, v. 107, n. 1, p. 215-219, 1994.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. *Feed Int.*, Mount Morris, v. 6, p. 18-21, 1997.
- LOVELL, R. T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
- 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, v.16, p. 19-27, 1989.
- PEZZATO, L. E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.
- POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. *Res. Dev. Se.*, Alabama, n. 41, 23p.
- ROSTAGNO H. S. Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SHIAU, S. *et al.* Deffated and full-fat soybean meal as partial replacement for fish meal in tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) diets at low protein level. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 86, p. 401-407, 1990.
- SILVA, D. J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2.ed., Viçosa: Imprensa Universitária. 1990.
- TENGJAROENKUL, B. *et al.* Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 182, p. 317-327, 2000.
- VAN DEN INGH, T. S. G. A. M. *et al.* Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon (*Salmo salar*): a morphological study. *Aquaculture*, Amsterdam, v.94, p.297-305, 1991.
- WEBSTER, C. D. *et al.* Effect of partially or totally replacing fish meal with soybean meal on growth of blue catfish (*Ictalurus furcatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 103, p. 141-150, 1992.
- WEE, K. L.; SHU, S. The nutritiv value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 81, p. 303-314, 1989.

Received on July 01, 2003.

Accepted on March 29, 2004.