

## Efeito da Suplementação de Metionina e/ou Lisina no Crescimento e na Sobrevivência de Alevinos de Peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*)<sup>1</sup>

Sérgio Renato Noguez Piedras<sup>2</sup>, Juvêncio Luís O. Fernandes Pouey<sup>3</sup>, Fernando Rutz<sup>4</sup>

**RESUMO** - Para avaliar o efeito da suplementação de metionina e lisina sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*), estabeleceu-se um experimento completamente casualizado com quatro tratamentos. A dieta T1 (controle) continha as concentrações de metionina e lisina disponíveis nos produtos usados na formulação da mesma. A dieta T2 foi suplementada com 4,76% de DL-metionina; a dieta T3, com 4,76% de L-lisina; e a dieta T4, com 4,54% de DL-metionina e 4,54% de L-lisina. As dietas suplementadas com metionina foram mais eficientes que a dieta-controle e a suplementada apenas com lisina, pois esta não apresentou diferença em relação à dieta-controle, comprovando que a quantidade de lisina disponível nos produtos utilizados na elaboração das dietas atende às necessidades dos alevinos de peixe-rei. A quantidade de metionina disponível nestas formulações é insuficiente para o bom desempenho dos alevinos, devendo ser suplementada.

Palavras-chave: aminoácido, Atherinidae, dieta

## Effect of Methionine and Lysine Supplementation on Growth and Survival of Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) Fingerlings

**ABSTRACT** - A completely randomized experiment was run to evaluate the effect of methionine and lysine supplementation on the pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) fingerlings performance. Four treatments were compared: Diet T1 – control, with available contents methionine and lysine in products used in formulation of diets; Diet T2 – supplemented with 4.76% of DL- methionine; Diet T3 – supplemented with 4.76% of L- lysine and Diet T4 – with 4.54% of DL – methionine and 4.54% of L – lysine. Resulted showed that diets containing methionine were more efficient than control diet and diet with lysine only. Control diet did not differ from diet with lysine supplementation only. It is shown that contents of available lysine in products used in the formulation of diets meet pejerrey fingerlings requirements. Amounts of methionine in control diet are insufficient for fingerlings growth. A supplementation of this aminoacid is required to maximize performance.

Key Words: aminoacid, Atherinidae, diet

### Introdução

O peixe-rei de água doce vem sendo cultivado, de forma extensiva, no Rio Grande do Sul, como atividade de lazer e/ou subsistência. Entretanto, a qualidade de sua carne desperta interesse para o cultivo comercial, que somente será viabilizado com o desenvolvimento de tecnologias próprias e a determinação de suas exigências nutricionais (Nava et al., 1989). Piedras et al. (2000) recomendaram dieta com 50 a 55% de proteína bruta, para maior crescimento e sobrevivência de alevinos de peixe-rei, mesmo obtendo resultados inferiores aos dos alevinos cultivados com alimento natural. Neste sentido, Lovell (1989) refere-se ao alimento natural como dispensável quando se fornece

uma mistura balanceada em aminoácidos essenciais, que, segundo Steffens (1987), é decisivo na qualidade das proteínas e determinante no valor da dieta. A deficiência em algum aminoácido essencial reduz o crescimento, piora a conversão alimentar e pode resultar em uma série de patologias (Lagler et al., 1962; Dupree & Sneed, 1966; Mertz, 1972; Lovell, 1991; Tacon, 1992).

Segundo Cho & Kaushik (1985), os níveis de proteína bruta de 30 a 55% oferecidos para a maioria das espécies cultivadas são superestimados, pois baseiam-se apenas no máximo crescimento resultante, sem considerar os índices de proteína realmente utilizados. Por outro lado, as determinações são baseadas apenas nos níveis de proteínas, quando os

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado apresentada ao DZ/FAEM/UFPel. Financiada pela FAPERGS.

<sup>2</sup> Oceanógrafo, Doutor, Professor da UCPel – Pelotas (sergiopiedras@hotmail.com).

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Doutor, Professor do Depto Zootecnia - UFPel. Bolsista CNPq (juvencio@ufpel.tche.br).

<sup>4</sup> Médico Veterinário, Doutor, Professor do Departamento de Zootecnia da UFPel (giuh@terra.com.br).

níveis de aminoácidos essenciais são determinantes na eficiência das dietas (Wilson, 1985).

Mohsen & Lovell (1990) constataram redução no crescimento de alevinos de catfish (*Ictalurus punctatus*), ao se retirar de sua alimentação a proteína oriunda da farinha de peixe. Entretanto, peixes não fazem parte da dieta destes alevinos em ambiente natural. Por sua vez, Cai & Burtle (1996) verificaram crescimento normal de alevinos de catfish, ao substituírem a farinha de peixe por farelo de soja, mas precisaram reajustar os níveis de metionina para a nova dieta. Robinson & Li (1998) compararam o efeito da proteína de origem animal e da proteína de origem vegetal sobre o crescimento de alevinos de catfish e não observaram diferença no desempenho dos indivíduos, desde que suplementados com aminoácidos essenciais.

As exigências de aminoácidos essenciais para peixes estão registradas para um pouco mais de uma dezena de espécies cultivadas comercialmente, destacando-se *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Oncorhynchus kitsutch*, *Anguilla japonica*, *Chanos chanos*, *Ictalurus punctatus*, *Acipenser transmontanus*, entre outras (Lovell, 1989).

Steffens (1987) citou diversos autores que realizaram pesquisas visando a determinação das exigências de aminoácidos para espécies de peixes, sendo essenciais: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofânio e valina.

A importância da metionina está no fato de a mesma fornecer enxofre para muitos componentes celulares, contribuir com o grupo metil nos processos de transmetilação, necessários a formação de proteínas, e por ser usada na biossíntese de colina e tiamina, além de ser convertida em cistina (Alam et al., 2000). A deficiência de metionina em dietas artificiais resultou no surgimento de catarata em trutas (Walton et al., 1982), não existindo registro deste fato para nenhuma outra espécie. Não são registrados sinais de alteração de comportamento e de aspecto geral (estrutura e coloração), quando há deficiência de metionina, a não ser a redução de crescimento por perda de apetite. Por outro lado, a suplementação de metionina resulta em maior retenção do nitrogênio fornecido na dieta e, conseqüentemente, maior crescimento. Steffens (1987) afirma que a dosagem excessiva de metionina reduz o conteúdo de gordura no músculo e promove alta taxa de aminoácidos

livres no sangue, que não são absorvidos, ocasionando redução no crescimento.

Wilson (1985) registrou aumento da mortalidade e da incidência de erosão caudal em trutas alimentadas com dietas deficientes em lisina.

Foi proposto neste trabalho avaliar o efeito da suplementação de metionina e/ou lisina em dieta elaborada com farelo de soja, farinha de peixe e óleo de milho, sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*).

## Material e Métodos

Em 16 aquários com capacidade de 20 litros, foram distribuídos 96 alevinos de peixe-rei com peso médio de 1,41 g, onde foram mantidos seis em cada aquário, durante uma semana para adaptação. Neste período, foram alimentados com zooplâncton e ração farelada contendo 50% de proteína bruta e 3.600 kcal ED/kg.

Os aquários contaram com sistema de aeração próprios e, diariamente, eram limpos por sifonagem e recebiam renovação de 50% do volume da água (10 litros/aquário). Para manter o equilíbrio eletrolítico e como medida preventiva, foram mantidos com salinidade entre 2 e 3% adicionando-se cloreto de sódio (NaCl). A qualidade da água foi monitorada três vezes por semana, controlando-se os níveis de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, alcalinidade e gás carbônico, amônia e nitrito, seguindo metodologia sugerida por APHA (1998).

As dietas experimentais foram preparadas tendo como base farelo de soja, farinha de peixe, óleo de milho e suplemento vitamínico e mineral. A análise química das dietas foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas (Tabela 1).

A dieta-controle (T1) continha apenas as concentrações de metionina e lisina presentes nas matérias primas usadas na sua formulação (NRC, 1993). A dieta T2 recebeu suplementação de 4,76% de DL-metionina, a dieta T3 de 4,76% de L - lisina e a dieta T4 de 4,54% de DL-metionina e 4,54% de L-lisina (Na Tabela 2). As rações foram fornecidas três vezes ao dia, à vontade, durante cinco semanas, quando, então, os peixes foram pesados.

O delineamento experimental utilizado foi completamente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os resultados foram analisados a

Tabela 1 - Composição percentual das dietas  
Table 1 - Percent composition of diets

Ingrediente	T1	T2	T3	T4
<i>Ingredients</i>				
Farelo de soja (%)	58,22	55,44	55,44	52,92
<i>Soybean flour</i>				
Farinha de peixe (%)	36,27	34,54	34,54	32,97
<i>Fish meal</i>				
Óleo de milho (%)	4,51	4,29	4,29	4,10
<i>Corn oil</i>				
DL-Metionina (%)	0,00	4,76	0,00	4,54
<i>DL-Methionine</i>				
L-Lisina (%)	0,00	0,00	4,76	4,54
<i>L-Lysine</i>				
Valores calculados				
<i>Calculated values</i>				
Matéria seca (%)	88,42	88,26	88,18	88,72
<i>Dry matter</i>				
Cinzas (%)	14,76	15,47	15,33	15,45
<i>Ashes</i>				
Extrato etéreo (%)	9,58	9,63	9,97	10,08
<i>Ether extract</i>				
Fibra bruta (%)	4,24	3,89	4,20	4,75
<i>Crude fiber</i>				
Proteína bruta (%)	48,17	47,69	49,97	49,94
<i>Crude protein</i>				
Energia (kcal ED/kg)*	3.600	3.556	3.586	3.600
<i>Energy</i>				

Todas as dietas foram suplementadas com Ac. pantotênico: 5.000 mg/kg, Ac. fólico: 1.000 mg/kg, Cianocobalamina (B12): 0,7 mg/kg, Inositol: 50.000 mg/kg, Ac. ascórbico: 20.000 mg/kg, Vitamina A: 300.000 UI/kg, Vitamina D: 300.000 UI/kg, Vitamina E: 10.000 UI/kg, Vitamina K: 1.000 mg/kg e Selenium: 3.000 mg/kg. All diets were supplemented with Pantothenic acid: 5,000 mg/kg, Folic acid: 1,000 mg/kg, Cyanocobalamine (B12): 0,7mg/kg, Inositol: 50,000 mg/kg, Ascorbic acid: 20,000 mg/kg, Vitamin A: 300,000 UI/kg, Vitamin D: 300,000UI/kg, Vitamin E: 10,000 UI/kg, Vitamin K: 1.000 mg/kg e Selenium: 3,000 mg/kg.

\*(NRC, 1984).

partir do efeito das dietas sobre peso médio final, do ganho médio de peso e da sobrevivência dos alevinos. Os pesos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos, comparadas por contrastes ortogonais, por intermédio do software SAS 6.12 (1998), considerando-se como diferença significativa entre as médias quando  $P \leq 0,05$ .

## Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos da água monitorados durante o experimento não apresentaram variação significativa. A temperatura média foi de 23,6°C; o oxigênio dissolvido 6,80 mgL<sup>-1</sup>; pH 6,9; gás carbônico 3,8 mgL<sup>-1</sup>; alcalinidade 27 mgL<sup>-1</sup> de Ca CO<sub>3</sub>; amônia total 0,42 mgL<sup>-1</sup> e nitrito 0,25 mgL<sup>-1</sup>.

Os resultados em peso (Tabela 3) evidenciaram

que os tratamentos T2 (dieta suplementada com metionina) e T4 (suplementada com metionina e lisina) resultaram em crescimento significativamente superior ao proporcionado pela dieta T1 (controle) e T3 (dieta suplementada apenas com lisina). Os tratamentos, quando contrastados, demonstraram que a suplementação das dietas com metionina (T2 e T4) foi mais eficiente e superior à da dieta-controle e da suplementada apenas com lisina (T3). A dieta T3, suplementada apenas com lisina, foi inferior às suplementadas com metionina, e não apresentou diferença em relação a dieta controle, comprovando que as quantidades de lisina disponíveis nos produtos utilizados na elaboração destas dietas atendem de forma satisfatória às necessidades de alevinos de peixe-rei.

Os resultados obtidos, tanto para metionina quanto para lisina, estão acima dos mínimos registrados por Wilson (1985), para várias espécies cultivadas comercialmente – salmão, carpa comum, catfish, truta arco-íris e tilápia. Nestes casos, a concentração de metionina na dieta deve variar de 2,3 a 4,0% e a de lisina, de 1,23 a 2,9%.

A sobrevivência para os tratamentos T2, T3 e T4, em que houve suplementação tanto de metionina quanto de lisina, apresentou maior valor que o tratamento-controle (T1) (Tabela 3), mas não diferiu estatisticamente, o que já havia sido observado por Webster et al. (2000), ao trabalharem com alevinos de catfish (*Ictalurus punctatus*).

Quanto à disponibilidade de lisina nos ingredientes usados na formulação das dietas, Small et al. (1999) afirmam que a disponibilidade de aminoácidos nas dietas está diretamente relacionada ao nível de proteína bruta e à digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes usados e que a farinha de peixe, o farelo de soja e o farelo de milho apresentam quantidades suficientes de lisina para *Morone saxatilis*. Alam et al. (2000) afirmam serem muitos os fatores que podem influenciar as exigências de aminoácidos essenciais para peixes, destacando espécie, idade, níveis de proteína e digestibilidade das dietas, condições ambientais e desenho experimental.

A suplementação de dietas com aminoácidos tem sido estudada não só para determinar as exigências para as diversas espécies de peixes, mas também com o objetivo de reduzir custos de rações, por meio da redução dos níveis de proteína bruta ou da substituição de produtos na formulação das dietas. Nesse sentido, Cai & Burtle (1996) testaram a substituição de farinha de peixe por farelo de soja e,

ao mesmo tempo, observaram o efeito da redução do nível de 33 para 27% de proteína bruta na dieta de alevinos de catfish, com 14 gramas de peso médio, a partir da suplementação de 3,6 a 15,0% de metionina. Os autores concluíram que a substituição da farinha de peixe por farelo de soja é possível, desde que os níveis mínimos de metionina sejam de 9,4% da proteína bruta contida na dieta. Concluíram também que o crescimento dos alevinos alimentados com as dietas de 27 e 33% de proteína bruta foi igual ao dos suplementados com os níveis metionina recomendados.

Tentando reduzir ainda mais os níveis de proteína usados nas dietas de catfish, Li & Robinson (1998) reduziram de 28 para 24% o nível de proteína bruta com a suplementação da dieta com 30% de lisina e metionina, mas os resultados não foram satisfatórios. Webster et al. (2000) estudaram o ganho de peso e a sobrevivência de alevinos de catfish (*Ictalurus punctatus*), com 10 gramas de peso médio, submetidos a dietas com níveis de proteína bruta entre 22 e 32%,

suplementadas com 0,3% de metionina e 0,4% de lisina. Os autores não encontraram diferença entre os tratamentos, de forma que a suplementação dos aminoácidos nos níveis testados não apresentou efeito sobre o ganho de peso.

Coyle et al. (2000) pesquisaram as exigências de juvenis de *Micropterus salmoides*, alimentados com dietas suplementadas com 1,0% de metionina, 2,0% de lisina e 4,0% de ácidos graxos, e concluíram que nos níveis de suplementação utilizados, o ganho de peso não apresentou diferença significativa. Entretanto, para a dieta suplementada com metionina, registrou-se conversão alimentar significativamente melhor que para as demais dietas. Muñoz-Ramirez et al. (2000) testaram dietas de baixo nível protéico (22 a 26% de proteína bruta) com níveis de 0 a 0,6% de metionina e lisina no crescimento de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e os resultados não mostraram diferença significativa, de modo que a suplementação de metionina e lisina não foi suficiente

Tabela 2 - Composição de aminoácidos das dietas experimentais  
Table 2 - Aminoacid composition of diets

Aminoácido <i>Aminoacid</i>	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
Metionina + cistina do farelo de soja* <i>Metionine + cystin from soybean flour</i>	0,74	0,70	0,70	0,66
Metionina + cistina da farinha de peixe* <i>Metionine + cystin from fish meal</i>	0,83	0,79	0,79	0,56
Metionina do óleo de milho* <i>Metionine from corn oil</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplementação de metionina (%) <i>Supplemented metionine</i>	0	4,76	0	4,54
Total de metionina em relação à dieta (%) <i>Total metionine in relation to diet</i>	1,59b	6,27a	1,51b	5,78a
Total de metionina em relação à PB (%) <i>Total metionine in relation to CP</i>	3,30b	13,14a	3,02b	11,57a
Lisina do farelo de soja* <i>Lysin from soybean flour</i>	1,66	1,58	1,58	1,49
Lisina da farinha de peixe* <i>Lysin from fish meal</i>	1,03	1,61	1,63	1,55
Lisina do óleo de milho* <i>Lysin from corn oil</i>	0,04	0,04	0,04	0,04
Suplementação de lisina (%) <i>Supplemented lysin</i>	0	0	4,76	4,54
Total de lisina em relação à dieta (%) <i>Total lysin in relation to diet</i>	2,73b	3,23b	8,01a	7,62a
Total de lisina em relação à PB (%) <i>Total lysin in relation to CP</i>	5,76b	6,77b	16,02a	15,25a

\*Quantidade de aminoácidos nos ingredientes (NRC, 1993).

\*Amount of aminoacids of ingredients.

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre os níveis de metionina e lisina nas dietas experimentais.

Different letters in lines indicate significant differences among levels of metionine and lysine in the diets.

para influenciar o crescimento dos alevinos, nos níveis de proteína e dos aminoácidos testados.

Quanto às alterações na composição corporal, resultantes da variação dos níveis de aminoácidos nas dietas, Schwarz et al. (1998) registraram aumento na deposição de gordura no músculo da carpa comum (*Cyprinus carpio*) alimentada com dieta deficiente em metionina. Rodehutsord et al. (2000), estudando a disponibilidade e utilização da lisina na dieta da truta arco-íris, concluíram que entre 13 e 17 g de lisina.kg<sup>-1</sup> de matéria seca resultaram em melhores digestibilidade e conversão alimentar, além de aumento na deposição de proteínas e menor deposição de gordura no músculo.

De acordo com Steffens (1987), a suplementação pura e simples de aminoácidos essenciais não substitui as exigências mínimas de proteína, o que, provavelmente, é característica genética das espécies. Por outro lado, para bom desempenho dos organismos, os aminoácidos devem ser fornecidos de forma que haja uma relação de equilíbrio entre estes e as necessidades dos animais, evitando-se transtornos metabólicos.

Em síntese, a suplementação de aminoácidos deve ser procedida a partir de estudos que determinem as necessidades mínimas para cada espécie, devendo-se evitar desequilíbrios entre o balanço dos vários aminoácidos essenciais. Por outro lado, o fornecimento de doses excessivas de aminoácidos não reduz a exigência mínima de proteína dos animais.

Tabela 3 - Peso inicial e final, ganho de peso e sobrevivência de alevinos alimentados com dieta suplementada com metionina e/ou lisina

Table 3 - Initial and final weights, weight gain and survival of fingerlings fed a methionine and/or lysin supplemented diet

Parâmetro Parameter	T1	T2	T3	T4
Peso médio inicial (g) Average initial weight	1,41	1,41	1,41	1,41
Peso médio final (g) Average final weight	2,29b	2,69a	2,27b	2,65a
Ganho de peso médio (g) Average weight gain	0,88b	1,28a	0,86b	1,24a
Sobrevivência média (%) Average survival	63,00a	71,60a	71,60a	71,60a

Letras diferentes nas linhas indicam haver diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos.

Different letters in lines indicate significant differences ( $P \leq 0,05$ ) among treatments.

## Conclusões

A suplementação de metionina em dietas à base de farinha de peixe, farelo de soja e milho, para alevinos de peixe-rei, resulta em melhor desempenho.

Os ingredientes farinha de peixe, farelo de soja e milho suprem as necessidades de lisina para alevinos de peixe-rei.

## Literatura Citada

- ALAM, M.D.S.; TESHIMA, S.; ISHIKAWA, M. et al. Methionine requirement of juvenil japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.31, n.4, p.618-626, 2000.
- APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. New York: American Public Health Association, 1998. 824p.
- CAI, Y.; BURTLE, G.J. Methionine of requirement of channel catfish fed soybean meal-corn-based diets. **Journal of Animal Science**, n.74, p.514-521, 1996.
- CHO, C.Y.; KAUSHIK, S.J. Effects of protein intake on metabolizable and net values of fish diets. In: COWEY, C.B.; MACKIE, A.M.; BELL, J.G. (Eds.) **Nutrition and feeding in fish**. London: Academic Press, 1985. p.95-117.
- COYLE, S. D.; TIDWELL, J. H.; WEBSTER, C. D. Response of largemouth bass *Micropterus salmoides* to dietary supplementation of Lysine, Methionine, and highly unsaturated fatty acids. **Journal of the World Aquaculture Society**. v.31, n.1, p.89-95, 2000.
- DRUPEE, H.K.; SNEED, K.E. **Response of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fingerlings to different levels of major nutrients in purified diets**. Washington, D.C.: 1966. 21p (Fish and Wildlife Service. Paper, 9).
- LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, R.R. **Ichthyology** - The study of fishes. New York: John Wiley and Sons, 1962. 499p.
- LI, M.H.; ROBINSON, E.H. Effects of supplemental lysine and methionine in low protein weight body composition of young channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.163, n.3-4. p.295-305, 1998.
- LOVELL, R.T. **Nutrition of feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.
- LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, n.69, p.4193-4200, 1991.
- MERTZ, E.T. The protein and amino acid needs. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish nutrition**. New York: Academic Press, 1972. p.106-143.
- MOHSEN, A. A.; LOVELL, R. T. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in the diets for channel catfish. **Aquaculture**, n.90, p.303-311, 1990.
- MUÑOZ-RAMIREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Suplementação de lisina e metionina em dietas práticas com baixo nível proteico para o crescimento inicial de alevinos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holberg, 1887). Avaliação dos parâmetros de desempenho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000. CD-ROM.
- NAVA, A.F.; NOVOA, M.A.O.; CRISTIANO, A.G. Effects of stocking density on the growth rates of *Ciclasoma*

- uruphthalmus* cultured in floating cages. **Aquaculture Fishery Management**, v.20, p.73-78, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **1. Fishes - nutrition - requirements. 2. Fishes - Feedings and feeds**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1993. 114p.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.F.; RUTZ, F. Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e de energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.1, p.97-101, 2004.
- ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Comparison of practical diets with and without animal protein at various concentrations of dietary protein on performance of channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.29, n.3, p.273-280, 1998.
- RODEHUTSCORD, M.; BORCHERT, F.; GREGUS, Z. et al. Availability and utilisation of lysine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.187, n.1-2. p.163-176, 2000.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's guide**. Release 6.2. Cary: 1998.
- SCHWARZ, F.J.; KIRCHGESSNER, M.; DEURING, U. Studies of methionine requirement of carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, v.161, n.1-4. p.121-129, 1998.
- SMALL, B.C.; AUSTIC, R.E.; SOARES JR., J.H. Amino acid availability of four practical ingredients fed to striped bass *Morone saxatilis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.1, p.58-64, 1999.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Zaragoza: Acriba, 1987. 275p.
- TACON, A.G.J. **Nutritional fish pathology - Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish**. Roma: 1992. 75p. (FAO Fisheries Technical Paper, 330).
- WALTON, M.J.; COWEY, C.B.; ADRON, W. Methionine metabolism in rainbow trout fed diets of different methionine and cystine content. **Journal of Nutrition**, n.112, p.1525-1535, 1982.
- WEBSTER, C.D.; TIU, L.G.; MORGAN, A.M. et al. Differences in growth in blue catfish *Ictalurus furcatus* and channel catfish *I. punctatus* fed low-protein diets with and without supplemental methionine and/or lysine. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.31, n.2, p.195-202, 2000.
- WILSON, R.P. Amino acid and protein requirements of fish. **Nutrition and feeding in fish**. London: Academic Press, 1985. 16p.

Recebido em: 11/08/03  
Aceito em: 17/03/04