

RELAÇÃO TREONINA : LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*)

Maria de Nasaré Bona de ALENCAR ARARIPE¹; Hamilton Gondim de Alencar ARARIPE²;
João Batista LOPES¹; Tonny Ewerton Amorim BRAGA³; Laila de Sá ANDRADE³; Cleto
Augusto Baratta MONTEIRO⁴

RESUMO

A pesquisa foi realizada com o objetivo de definir a menor relação treonina : lisina, que não interfira negativamente no desempenho de alevinos de tambatinga. Trezentos alevinos, com peso médio inicial de $5,31 \pm 0,24$ g, foram criados em 20 tanques de polietileno, interligados em sistema de recirculação de água, durante 35 dias. Os alevinos foram alimentados com rações isonutritivas variando as relações treonina : lisina digestível em 67,43; 62,81; 58,19; 53,57 e 48,97%, recebendo quatro refeições ao dia, até saciedade aparente. Foram avaliados os parâmetros de desempenho produtivo e composição da carcaça, que foram submetidos à análise de regressão. Não foram evidenciadas diferenças significativas nos parâmetros estudados com a redução das relações treonina : lisina. Considerou-se que a relação 48,97% treonina : lisina digestível, que corresponde aos teores de 1,11 e 1,00% de treonina total e digestível, respectivamente, pode ser utilizada na formulação de rações para alevinos de tambatinga, sem prejuízo para o desempenho produtivo.

Palavras chave: Aminoácidos; composição de carcaça; desempenho; nutrição; peixes

THREONINE : LYSINE RELATION FOR TAMBATINGA FINGERLINGS (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*)

ABSTRACT

The research was carried out with the objective to define the lower threonine : lysine relation which does not interfere on performance of tambatinga fingerlings. A total of 300 fingerlings with mean initial weight of 5.31 ± 0.24 g were reared into 20 interconnected tanks with water recirculation system, for 35 days. Fish were fed with isonutritives diets varying the threonine : lysine relation in 67.43, 62.81, 58.19, 53.57, and 48.97%. Fish were fed four times daily to apparent satiation. The parameters of growth performance and carcass composition were submitted to regression analysis. There were no significant differences in the parameters studied, with the reduction of threonine : lysine. It was considered that the relation of 48.97% threonine : lysine digestible, which corresponds to levels of 1.11 and 1.00% of total and digestible threonine, respectively, can be used in diets formulation for tambatinga fingerlings, without impairment for productive performance.

Key words: Amino acids; carcass composition; performance; nutrition; fish

Artigo Científico: Recebido em 22/07/2011 – Aprovado em 03/12/2011

¹ Professor do Dep. de Zootecnia/CCA/UFPI – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. CEP: 64.049-510 – Teresina – PI – Brasil. e-mail: nasare@ufpi.edu.br; lopesjb@uol.com.br

² Aluno de doutorado em Ciência Animal – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. CEP: 64.049-510 – Teresina – PI – Brasil. e-mail: hararipe@ufpi.edu.br

³ Bolsista ICV – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. CEP: 64.049-510 – Teresina – PI – Brasil. e-mail: tony_z3r0@hotmail.com, andradelayla@hotmail.com

⁴ Professor do Dep. de Eng Hidráulica/CT/UFPI – Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Eng Hidráulica. CEP: 64.049-510 – Teresina – PI – Brasil. e-mail: cleto_baratta@hotmail.com

* Projeto financiado pelo CNPq, Edital Universal

INTRODUÇÃO

A proteína é um dos nutrientes mais estudados, devido sua importância na formação dos tecidos e influência direta sobre o crescimento dos animais. Em piscicultura é comum se utilizar rações com níveis elevados de proteína. Entretanto, essa prática nem sempre resulta em melhoria do desempenho, uma vez que os peixes, assim como os outros animais, necessitam de uma quantidade balanceada de aminoácidos para potencializar o desempenho (WILSON, 2002), se tornando importante a definição das relações entre eles para a determinação das exigências nutricionais, uma vez que os aminoácidos são os reais responsáveis pelo crescimento, reprodução e manutenção dos animais (ROLLIN *et al.*, 2003).

Para determinar as exigências dos peixes por aminoácidos, tem sido utilizado o padrão de aminoácidos corporais ou a determinação de aminoácidos isolados, pelo método de dose resposta (AHMED *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2006; ABIDI e KHAN, 2008). Essas metodologias podem ser responsáveis pela variabilidade observada nas exigências por aminoácidos entre as espécies, uma vez que existe sinergismo e antagonismo entre os aminoácidos. Assim, definir as relações entre os aminoácidos, como forma de subsidiar as determinações das exigências, pode ser uma opção para padronizar e acelerar o conhecimento sobre as exigências aminoacídicas, uma vez que as exigências individuais podem variar, mas as relações permanecem constantes nas várias fases de desenvolvimento dos animais (FURUYA *et al.*, 2005).

Além dos aminoácidos sulfurosos e da lisina, a treonina é um dos aminoácidos mais limitantes para peixes, sendo importante para produção de imunoglobulinas e mucina, utilizada no recobrimento da pele, quando os peixes estão sob condições de estresse (SILVA *et al.*, 2006). Estudos realizados têm mostrado que as exigências por treonina variam bastante entre as diversas espécies de peixes, podendo ir de 1,8 a 5,0% (WILSON, 2002), sendo que o desbalanceamento afeta o consumo de ração e o crescimento (RONNESTAD *et al.*, 2000).

Considerando que pouco se conhece sobre a nutrição do tambatinga, peixe híbrido resultante do cruzamento de fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com macho de pirapitinga (*Piaractus*

brachypomum), que tem despontando como alternativa para a piscicultura por apresentar boa resistência a manejo e adaptabilidade ao cultivo, resolveu-se executar essa pesquisa para definir a menor relação treonina : lisina, que não interfira negativamente no desempenho dos alevinos de tambatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Piscicultura - LAPESPI, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, utilizando-se 20 tanques de polietileno, com capacidade de 1 m³ cada, interligados, formando um sistema de recirculação de água com filtragem biológica e desinfecção por lâmpadas ultravioleta, com capacidade de circulação de 2,2 vezes ao dia. A fonte de abastecimento de água foi um poço tubular, sendo que a água, ao ser bombeada do poço, era direcionada para uma caixa de 5.000 L, onde recebia oxigenação antes de abastecer os tanques de cultivo.

Foram utilizados 3.000 alevinos de tambatinga que, inicialmente, foram estocados em tanques de fibra de vidro para adaptação por quinze dias, recebendo ração comercial com 36% de proteína bruta. Após esse período, os animais foram submetidos a 24 horas de jejum e separados por tamanho, utilizando-se seletor de alevinos (gradeamento). Dentro do grupo que apresentava comprimento total entre 3,5 e 4,0 cm, foram selecionados 330 alevinos, com peso médio de 5,31 ± 0,24 g, sendo distribuídos, aleatoriamente, 15 exemplares por unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições; os 30 peixes restantes foram anestesiados por imersão em solução composta por 2 mL de eugenol+alcool (95% de álcool e 5% de eugenol) para um litro de água. Ao ser observado decúbito dorsal, os peixes foram sacrificados por incisão na região frontal da cabeça, procedendo-se a retirada das escamas, nadadeiras, vísceras e cabeça. Após esses procedimentos os peixes foram colocados em estufa de pré-secagem, com circulação de ar forçada, a temperatura de 50 °C, por 72 horas, procedendo-se a moagem, acondicionamento e armazenamento em freezer para posterior análise bromatológica corporal inicial.

Os tratamentos foram constituídos por cinco dietas isonutritivas, com valores da relação treonina : lisina digestível de 48,95; 53,57; 58,19; 62,81 e 67,43% que foram obtidos por meio da suplementação com treonina (Tabela 1). Para definição das relações, utilizou-se o valor médio de 58,19%, obtido observando-se os níveis de lisina e

treonina totais definidos por TACON (1990) para peixes onívoros, que foram transformados em digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade definidos por FURUYA *et al.* (2001) para a tilápia (*Oreochromis niloticus*), peixe tropical e de hábito alimentar onívoro. O valor mínimo foi definido retirando-se a suplementação de treonina.

Tabela 1. Fórmula e composição calculada das dietas experimentais

Ingredientes (kg)	Relação treonina : lisina digestível (%)				
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43
Farelo de soja	52,10	51,90	51,70	51,50	51,30
Milho	41,20	41,20	41,20	41,30	41,30
Farinha de Peixe	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Amido de milho	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Lisina-HCl	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
L-Treonina	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
Calcáreo Calcítico	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Fosfato Bicálcico	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Premix Vitamínico	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40
Valores calculados ²					
Proteína Bruta (%)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Proteína Digestível (%) ³	25,19	25,19	25,19	25,20	25,20
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹) ³	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Extrato Etéreo (%)	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89
Amido (%)	34,00	34,01	34,01	34,01	34,02
Fibra Bruta (%)	3,53	3,52	3,51	3,50	3,49
Cálcio Total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digestível (%) ⁴	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Metionina + Cistina Digestível (%) ⁴	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Treonina Total (%)	1,11	1,21	1,30	1,40	1,49
Treonina Digestível (%) ⁴	1,00	1,10	1,19	1,29	1,38
Triptofano Digestível (%)	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32
Metionina+Cistina /Lisina Digestível	38,04	38,04	38,04	38,04	38,04
Treonina/Lisina Digestível	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43
Triptofano/Lisina Digestível	15,98	15,93	15,88	15,82	15,77

¹ Composição por quilograma do produto: vit. A - 1.200.000 UI; vit. D3 - 200.000 UI; vit. E - 1.200 mg; vit. K3 - 2.400 mg; vit. B1 - 4.800 mg; vit. B2 - 4.800 mg; vit. B6 - 4.800 mg; vit. B12 - 4.800 mg; ácido fólico - 1.200 mg; pantotenato de cálcio -12.000 mg; vit. C - 48.000 mg; biotina - 48 mg; cloreto de colina -108 g; niacina - 24.000 mg; Fe -50.000 mg; Cu -3.000 mg; Mn - 20.000 mg; Zn - 30.000 mg; I - 100 mg; Co -10 mg; Se -100 mg.

² Composição calculada a partir de ROSTAGNO *et al* (2005).

³ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para energia de acordo com SILVA *et al* (2007).

⁴ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para aminoácidos de acordo com FURUYA *et al* (2001).

Os ingredientes das rações foram moídos separadamente, para obtenção da mesma

granulometria, e foram pesados, misturados, e umedecidos utilizando água aquecida a 40 °C, em

quantidade equivalente a 30% do peso total dos ingredientes. A mistura foi moída para compressão e formação de espaguetes, que posteriormente foram triturados, formando peletes com granulometria entre 3 e 4 mm. Após esse processo, a ração foi colocada em estufa com circulação de ar, a 50 °C, por 24 horas, e posteriormente colocada em sacos plásticos e acondicionada sob refrigeração até utilização.

Durante o período experimental, que foi de 35 dias, os peixes receberam diariamente quatro refeições (8, 11, 14 e 17 horas). A quantidade ofertada em cada horário era subdividida em três, observando-se o comportamento dos peixes e a avidez com que consumiam a ração, cessando o fornecimento assim que os peixes demonstravam desinteresse (saciedade aparente).

A temperatura da água foi monitorada diariamente utilizando-se termômetro digital com funções de temperatura máxima e mínima. Semanalmente, foram aferidos o pH e os teores de oxigênio dissolvido, amônia e nitrito. O pH e o teor de oxigênio dissolvido foram determinados utilizando-se medidor de pH e oxímetro digitais, respectivamente, e a determinação de amônia e nitrito foi realizada utilizando "kit" químico, que quantifica o teor dos gases dissolvidos utilizando cartelas de cores, após reação com Azul de indofenol, para amônia, e Alfanaftilamina, para nitrito.

Ao final do experimento foi aferido o peso de todos os peixes e foi selecionada uma amostra de 33% de cada repetição (cinco exemplares), que apresentavam peso mais próximo da média. Posteriormente, esses peixes foram eutanasiados, sendo retiradas as escamas, cabeça, nadadeiras e vísceras, e colocados em estufa de pré-secagem com circulação de ar, a temperatura de 50 °C, por 72 horas, para posterior análise bromatológica.

Para cada parcela experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho, composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes, de acordo com as equações:

Ganho de peso diário (g): (GPD) = (Pf - Pi) / T;

Consumo diário de ração (g): (CDR) = CR / T;

Conversão alimentar aparente: (CAA) = CR / GP;

Consumo diário de proteína bruta (g): (CDPB) = (CDR x %PB) / 100;

Consumo diário de treonina (g): (CDTre) = (CDR x %Tre) / 100

Taxa de crescimento específico (%): (TCE) = [(ln Pf - ln Pi) x 100] / T;

Taxa de eficiência protéica: (TEP) = GPD / CDPB;

Taxa de eficiência de treonina: (TETre) = GPD / CDTre

Eficiência retenção proteína bruta (%): (ERPb) = [(PBMf x Pf) - (PBMi x Pi)] x 100 / CPB;

Proteína bruta no ganho de peso (%): (PBGp) = [(PBMf x Pf) - (PBMi x Pi)] x 100 / (Pf - Pi);

Extrato etéreo no ganho de peso (%): (EEGP) = [(EEMf x Pf) - (EEMi x Pi)] x 100 / (Pf - Pi);

em que: Pi: peso inicial; Pf: peso final; T: tempo experimental; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; PB: teor de proteína da ração; Ter: teor de treonina na ração; PBMf: proteína bruta final na carcaça; EEMf: extrato etéreo final na carcaça; PBMi: proteína bruta inicial na carcaça; EEMi: extrato etéreo inicial na carcaça.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2005).

Além da avaliação ambiental, avaliação de desempenho e composição de carcaça, realizou-se avaliação do custo da ração. Para tanto, procedeu-se o levantamento de preço dos ingredientes que compuseram as rações. Foram consultados, por meio de sistema on-line, dez revendedores varejistas e calculou-se o preço médio de cada ingrediente. O preço da ração foi calculado em função da participação de cada ingrediente na composição da ração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima e mínima da água, durante o período experimental, mantiveram-se com os valores médios de 29,5 ± 0,62 °C e 24,7 ± 0,42 °C, respectivamente. O teor médio de oxigênio dissolvido foi de 6,5 ± 0,24 mg L⁻¹, o pH 6,5 ± 0,36, amônia 0,13 ± 0,09 mg L⁻¹, nitrito 0,01 ± 0,02 mg L⁻¹, não tendo sido observada diferença significativa entre os tanques, o que permite inferir que as condições ambientais não interferiram sobre os resultados obtidos.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) no consumo de treonina (Tabela 2), que apresentou efeito linear, aumentando com a elevação das relações treonina : lisina, o que era esperado, uma vez que o teor de treonina nas rações aumentou para que se tornasse possível elevar as relações treonina : lisina. Também se

observou efeito linear na taxa de eficiência de treonina, que apresentou comportamento inverso ao do consumo de treonina, o que demonstra que o aumento no consumo do aminoácido não eleva a eficiência de utilização. Com relação aos demais parâmetros estudados, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2. Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente, consumo diário de proteína bruta, consumo diário de treonina, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica e taxa de eficiência de treonina para os alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações treonina : lisina digestíveis

Parâmetros	Relação treonina : lisina digestível (%)					CV
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43	
Ganho de peso diário (g)	1,049	1,142	1,155	1,032	1,119	14,30
Consumo diário de ração (g)	1,105	1,170	1,102	1,103	1,180	7,99
Conversão alimentar aparente	1,061	1,029	0,960	1,074	1,066	7,97
Consumo diário de proteína bruta (g)	0,309	0,328	0,308	0,309	0,33	7,96
Consumo diário de treonina ¹ (g)	0,011	0,013	0,013	0,014	0,016	7,74
Taxa de crescimento específico (%)	5,870	6,098	6,152	5,852	6,108	6,21
Taxa de eficiência de proteína	3,386	3,479	3,732	3,340	3,376	7,89
Taxa de eficiência de treonina ²	94,793	88,544	87,810	72,495	68,492	8,46

CV = Coeficiente de variação

¹Efeito linear ($y = -0,0017 + 0,0003x$, $r^2 = 0,75$, $P < 0,05$).

²Efeito linear ($y = 169,28 - 1,4923x$, $r^2 = 0,70$, $P < 0,05$).

Pesquisas realizadas para definir as exigências em treonina revelam que os níveis variaram de 0,8%, para o "red drum" (*Sciaenops ocellatus*), definido por BOREN e GATLIN III (2007), a 1,9% para a carpa indiana (*Catla catla*), observado por RAVI e DEVARAJ (1991), o que pode ser considerado uma amplitude alta, mesmo se tratando de espécies diferentes. WILSON (2002), fazendo uma revisão de literatura sobre as exigências dos peixes em treonina, informa que os diferentes resultados observados nas várias pesquisas dificultam uma discussão sobre as exigências desse aminoácido, em função das diferentes estratégias utilizadas.

Nesse experimento, optou-se por determinar a relação treonina : lisina; essa estratégia tem a vantagem de considerar não apenas o nível do aminoácido teste, mas sua interação com outros aminoácidos, conforme preceitua o conceito de proteína ideal (FURUYA, *et al.*, 2005).

As relações treonina : lisina testadas tiveram limites máximo e mínimo variando entre 48,97 a 67,43%, respectivamente, acarretando níveis

calculados variando entre 1,11 a 1,49% para treonina total e 1,00 a 1,38%, para treonina digestível. Estes níveis estão abaixo dos definidos como exigência na maioria dos experimentos realizados com diferentes espécies de peixes e diferentes estratégias (NG e HUNG 1995; TIBALDI e TULLI, 1999; ROLLIN *et al.*, 2003). Apesar dos níveis testados serem mais baixos que os anteriormente definidos, não foram observados, nos alevinos de tambatinga, sintomas de deficiência por aminoácidos como mortalidade ou mesmo baixa eficiência de desempenho, uma vez que a menor taxa de crescimento específica obtida, que foi de 5,87%, foi superior as taxas de 2,41%, observada por NUNES *et al.* (2006) para o alevino de tambaqui em cultivo de 28 dias, e de 1,98%, observada por PAULA *et al.* (2009) na fase de engorda do tambatinga. Isso provavelmente ocorreu porque, apesar da ausência de suplementação com treonina, para ser possível obter a relação treonina : lisina mais baixa testada (48,97%), a combinação dos ingredientes utilizados foi suficiente para suprir as exigências dos alevinos de tambatinga.

Outro fator que pode ter interferido para o melhor resultado obtido com o nível mais baixo de relação testada foi a ausência de desafio ambiental e sanitário. RAVI e DEVARAJ (1991) observaram que as carpas indianas não apresentaram diferença no ganho de peso quando cultivadas em condições normais, sem desafio ambiental ou sanitário. No entanto, esses autores observaram que houve influência do teor de treonina na ração sobre o ganho de peso quando as carpas foram submetidas a baixos teores de oxigênio dissolvido. O peixe estressado aumenta suas necessidades energéticas e protéicas (IWAMA

et al., 2005), por isso se torna mais evidente as respostas dos animais quando são testados níveis de nutrientes em situações de estresse.

As variações nas relações treonina : lisina, também não interferiram significativamente ($P>0,05$) sobre a composição corporal dos alevinos de tambatinga (Tabela 3). BOMFIM *et al.* (2008), testando diferentes relações treonina : lisina para alevinos de tilápia, somente observaram diferença no teor de proteína corporal e na deposição diária de proteína corporal, não tendo observado diferença na composição dos demais parâmetros.

Tabela 3. Umidade, proteína bruta, extrato etéreo, eficiência de retenção de proteína, proporção de proteína no ganho de peso e proporção de extrato etéreo no ganho de peso dos alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações treonina : lisina digestíveis

Parâmetros (%)	Relações treonina : lisina digestível (%)					CV
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43	
Umidade*	73,45	72,95	72,88	72,92	73,25	0,56
Proteína bruta*	15,20	15,57	15,68	15,68	15,38	2,39
Extrato etéreo*	8,03	7,71	7,69	7,77	7,47	6,89
Eficiência de retenção de proteína	52,21	55,05	59,54	53,43	52,78	7,96
Proteína bruta no ganho de peso	13,45	13,96	14,10	13,94	13,76	2,55
Extrato etéreo no ganho de peso	7,90	7,59	7,57	7,64	7,35	7,06

CV - Coeficiente de variação

* Na matéria natural

AHMED *et al.* (2004) observaram efeito quadrático na eficiência de retenção da proteína quando testaram níveis de treonina total variando de 1,0 a 2,25% para alevinos de salmão. Os níveis testados de treonina total para os alevinos de tambatinga variaram entre 1,11 a 1,49%, mais baixo que os níveis testados para o salmão, no entanto foram semelhantes as testados por BOMFIM *et al.* (2008) para a tilápia, que aconselha a relação de 74% , a qual corresponde ao valor de

treonina total de 1,11%, mesmo valor obtido para o tambatinga.

O levantamento de custo das rações mostrou que o acréscimo da treonina sintética não afetou o custo do quilo da ração, mas quando foi calculado o custo de ração proporcional ao ganho de peso obtido, foi observada diferença de doze centavos por quilo de peixe produzido, entre a ração com menor e maior teor de treonina (Tabela 4).

Tabela 4 Custo das rações experimentais, por quilo e por peso ganho dos alevinos de tambatinga

Relação treonina : lisina	Custo da ração ¹ (R\$/kg)	Custo por peso ganho ² (R\$/kg)
43,6	1,05	1,10
48,3	1,06	1,21
53,0	1,07	1,24
57,5	1,08	1,12
62,2	1,09	1,22

¹ Custo calculado no valor de varejo

² Custo calculado considerando a conversão alimentar e ganho de peso.

CONCLUSÃO

A relação treonina : lisina digestível de 48,97%, que proporciona os níveis de treonina total e digestível de 1,11 e 1,00%, respectivamente, pode ser considerada a melhor combinação para os alevinos de tambatinga, pois não afetou o desempenho e proporcionou uma ração com baixo custo.

REFERÊNCIAS

- ABIDI, S. F. e KHAN, M.A. 2008 Dietary threonine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture Research*, Oxford, 39(14): 1498-1505.
- AHMED, I.; KHAN, M.A.; JAFRI, A.K. 2004 Dietary threonine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture Research*, Oxford, 35(2): 162-170.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F.B.; ARAÚJO, W.A.G. 2008 Exigência de treonina, com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 37(12): 2077-2084.
- BOREN, R.S. e GATLIN III, D.M. 2007 Dietary threonine requirement of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 26(3): 279-283.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M.; MIRANDA, E.C. 2001 Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 30(4): 1143-1149.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G.; SANTOS, V.D.; 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(5): 1433-1441.
- IWAMA, G. K.; AFONSO, L. O. B.; VIJAYAN, M. M. 2005. Stress in fishes. In: EVANS, D. H.; CLAIBORNE, J. B. *The physiology of fishes*. 3th ed. London: Taylor & Francis Group. p.319-335.
- NG, W.K. e HUNG, S.S.O. 1995 Estimating the ideal dietary essential amino acid pattern or growth of white sturgeon, *Acipenser transmontanus* (Richardson). *Aquaculture Nutrition*, Oxford, 1(2): 85-94.
- NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2006 Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41(1): 139-143.
- PAULA, F.G.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, R.P.; ARAÚJO-SANTOS, J.G.; GOMIDES, P.F.V.; COSTA, P.H.M. 2009 Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em viveiros fertilizados. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., Maringá, 14 a 17/jul./2009. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1 CD-ROM.
- RAVI, J. e DEVARAJ, K.V. 1991 Quantitative essential amino acid requirements for growth of *Catla catla* (Hamilton). *Aquaculture*, Amsterdam, 96(3-4): 281-289.
- ROLLIN, X.; MAMBRINI, M.; ABOUDI, T.; LARONDELLE, Y.; KAUSHIK, S.J. 2003 The optimum dietary indispensable amino acid pattern for growing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *British Journal of Nutrition*, London, 90(5): 865-876.
- RONNESTAD, I.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; ARAGÃO, C.; DINIS, M.T. 2000 Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Journal of Nutrition*, Bethesda, 130(11): 2809-2812.
- ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.F.; BARRETO, S.L.T. 2005 *Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2^a ed. Viçosa: UFV. 186p.
- SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM 2005 *The SAS system for windows*. Cary: SAS Institute. Conjunto de programas. 1 CD-ROM.

- SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.; SANTOS, L.D.; SANTOS, V.G.; SILVA, T.S. de C.; SALES, P.J.P. 2006 Níveis de teonina em rações para tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa 35(4): 1258-1264.
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 2007 Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Acta Amazonica*, Manaus 37(1): 157-164.
- TACON, A.G.J. 1990 *Standart methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp: The essential nutrients*. Washington: Argent Laboratories Press. 95p.
- TIBALDI, E. e TULLI, F. 1999 Dietary threonine requirement of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, Amsterdam, 175(1-2): 155-166.
- WILSON, R.P. 2002 Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. e HARDY, R.W. *Fish nutrition*. 3th ed. California: Academic Press. p.144-175.