

Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal

Wilson Massamitu Furuya^{1*}, Carmino Hayashi², Valéria Rossetto Barriviera Furuya²
Danielle Botaro¹, Lilian Carolina da Silva¹ e Patrícia Ribeiro Neves¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Author for correspondence. e-mail: wmfuruya@uem.br

RESUMO. Este experimento foi realizado para determinar as exigências nutricionais de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo (Perciformes, Cichlidae). Durante 40 dias, alevinos com $1,31 \pm 0,06$ g cada, foram alimentados com rações com 0,89; 0,94; 0,99; 1,09; 1,19 e 1,29% de metionina + cistina total, correspondente a 0,83; 0,88; 0,93; 1,03; 1,13 e 1,23% de metionina + cistina digestível. As rações foram suplementadas com níveis crescentes de DL-metionina, resultando em rações com taxas 50,61; 0,54; 56,7; 62,80; 68,90 e 75% de metionina + cistina/lisina (conceito de proteína ideal), baseado em valores de aminoácidos digestíveis. Os níveis crescentes de metionina + cistina reduziram linearmente a taxa de sobrevivência. As rações com níveis de 1,10% e 1,00% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, apresentaram os melhores resultados sobre o desempenho de alevinos de tilápias, correspondente a rações com 60,11 e 60,98% de metionina + cistina total e digestível/lisina total e digestível, respectivamente.

Palavras-chave: alevinos, metionina + cistina, *Oreochromis niloticus*, proteína ideal, tilápia do Nilo.

ABSTRACT. Nutritional requirements of total and digestible methionine + cystine for reversed fingerlings of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) based on the ideal protein concept. The nutritional requirements of total and digestible methionine for reversed fingerlings of the Nile tilapia (Perciformes, Cichlidae) were determined. During a 40-day period fingerlings, weighing 1.31 ± 0.06 g each, were fed on diets with 0.89; 0.94; 0.99; 1.09; 1.19 and 1.29% of total methionine + cystine, corresponding to 0.83; 0.88; 0.93; 1.03; 1.13 and 1.23% of digestible methionine + cystine. Since diets were supplemented with increasing levels of DL-methionine, diets reached 50.61; 0.54; 56.7; 62.80; 68.90 e 75% of methionine + cystine/lysine ratio (ideal protein concept), based on digestible amino acids values. Increasing methionine + cystine levels linearly diminished survival rate. Diets with 1.10% and 1.00% levels of total and digestible sulfur amino acid respectively had the best performance results for Nile tilapia fingerlings. This corresponds to 60.11 and 60.98% of total and digestible methionine + cystine/total and digestible lysine respectively.

Key words: fingerlings, methionine + cystine, *Oreochromis niloticus*, ideal protein, Nile tilapia.

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1758), é criada em diversos países, adaptando-se em diferentes condições climáticas (Egna e Boyd, 1997). É uma das espécies mais promissoras para a piscicultura, apresentando bom desempenho e retorno econômico em criações intensivas, além de possuir carne com boas características organolépticas e filé sem espinhos intramusculares em forma de “Y” (Furuya *et al.*, 2000).

O farelo de soja tem sido preconizado como a principal fonte protéica de origem vegetal em rações para peixes, pela sua disponibilidade no mercado nacional e elevado valor nutritivo. Esse alimento possui teor reduzido de metionina, tornando necessária sua suplementação em rações com elevados valores de inclusão deste ingrediente.

De acordo com o National Research Council (1993), de forma geral, os aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) devem estar presentes na

proporção de 3% da proteína da ração. Segundo Jackson e Capper (1982), alevinos de tilápia mossambica (*Oreochromis mossambicus*) exigem ração com 1,1% de metionina + cistina.

Santiago e Lovell (1988) determinaram exigência de 0,95% de metionina + cistina para a tilápia do Nilo, o que correspondeu a uma relação metionina + cistina/lisina (proteína ideal) de 59,4%, proporção que foi superior a estimada por Wilson (1991), de 44%, para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e do valor estimado por Furuya (2000), de 45% para a tilápia do Nilo, em estudos realizados com peixes na fase inicial.

A proteína ideal é definida como o balanceamento exato de aminoácidos, de forma a atender as exigências de todos os aminoácidos para manutenção e produção, baseada na proposta de que cada aminoácido essencial seja expresso em relação a um aminoácido de referência, a lisina. Esse conceito foi aplicado inicialmente para suínos, uma vez que as exigências quantitativas de aminoácidos são constantemente alteradas em função dos melhoramentos genéticos obtidos, sendo difícil obter as exigências de todos os aminoácidos com experimentos de dose-resposta. Por outro lado, o conceito de proteína ideal pode ser adaptado a uma variedade de situações, pois, ainda que as exigências absolutas de certos aminoácidos possam mudar por diversas razões, as proporções permanecem estáveis (Mack, 1998).

Poucas são as informações sobre as exigências de metionina + cistina total e digestível para a tilápia do Nilo, assim como a aplicação do conceito de proteína ideal, sendo importante esses valores para permitir a elaboração de rações práticas de elevado valor nutricional e, conseqüentemente, aumentar o retorno econômico.

O presente estudo teve por objetivo determinar as exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Perciformes, Cichlidae), baseadas no conceito de proteína ideal.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, durante o período de 02/02 a 17/03/2001.

Foram utilizados 144 alevinos, com peso inicial médio de $1,30 \pm 0,06$ g, distribuídos em 24 tanques-rede, com volume unitário $0,13 \text{ m}^3$, em um delineamento em blocos casualizados, distribuídos de forma que cada bloco, constituído por um tanque de 1000 L, apresentasse todos os tratamentos. Em

cada tanque, a aeração foi realizada através de pedra porosa acoplada a um soprador central, mantendo-se taxa de renovação diária de 5% da água de cada tanque-rede.

A ração referência foi elaborada com base na proteína do farelo de soja (Tabela 1). A metionina foi suplementada de forma a obter rações com valores de 0,89; 0,94; 0,99; 1,09; 1,11 e 1,29% de metionina + cistina total, correspondente a 0,83; 0,88; 0,93; 1,03; 1,13 e 1,23% de metionina + cistina digestível. Foi realizada a suplementação com DL-metionina resultando em rações com valores de 50,61; 0,54; 56,7; 62,80; 68,90 e 75% de metionina + cistina digestível/lisina digestível (conceito de proteína ideal), baseados nos valores de aminoácidos digestíveis determinados para a tilápia do Nilo por Furuya et al. (2001). O preparo e confecção das rações foram realizados de acordo com as metodologias descritas por Furuya (2000). O arrazoamento foi realizado à vontade até consumo voluntário, parcelado em quatro vezes (8; 12; 14 e 18h). A taxa de eficiência protéica foi determinada através da equação descrita por Jauncey e Ross (1982).

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração referência

Ingrediente	%	
Milho	25,18	
Farelo de trigo	6,00	
Farelo de soja	60,00	
Fosfato bicálcico	2,40	
Óleo de soja	5,00	
L-lisina HCl	0,15	
L-treonina	0,10	
Premix min. e vitamínico ²	0,50	
Vitamina C ³	0,05	
Sal comum	0,50	
BHT ⁴	0,02	
Alginato ⁵	0,10	
Total	100,00	
Composição calculada (com base na matéria natural)		
Matéria seca (%) ⁵	90,75	
Energia digestível (%) ⁵	3064,95	
Proteína bruta (%)	30,60	
Proteína digestível (%) ⁵	28,15	
Fibra bruta (%) ⁵	4,57	
Extrato etéreo (%) ⁵	2,58	
Cálcio (%) ⁵	0,70	
Fósforo disponível (%) ⁵	0,61	
Aminoácidos (%) ⁶	Total	Digestível
Lisina	1,83	1,64
Metionina	0,39	0,23
Metionina + cistina	0,77	0,70
Treonina	1,02	0,92

¹Premix mineral e vitamínico (Supremais): níveis de garantia por kg do produto: Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ác. fólico = 1.200 mg; pantotenato de Ca = 12.000 mg; vitamina C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg; ferro = 10.000 mg; cobre = 600 mg; manganês = 4.000 mg; zinco = 6.000 mg; iodo = 20 mg; cobalto = 2 mg e selênio = 20 mg; ²Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico (42 % de princípio ativo); ³Butil Hidroxi Tolueno; ⁴Aglutinante; ⁵Com base nos valores determinados por Furuya (2000) e Pezzato et al. (2001); ⁶Com base nos valores de aminoácidos digestíveis determinados por Furuya et al. (2001)

Diariamente, foram tomados os dados de temperatura (8 e 16 h) da água de cada unidade experimental. A cada sete dias, foram realizadas as medidas de oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e pH da água dos tanques-rede. Esses dados foram obtidos através de “Kit” digital portátil.

Ao final do experimento, após jejum de 24 h, todos os peixes foram pesados (g) em balança digital (0,01 g). Os dados foram submetidos a análises de variância e regressão polinomial, por intermédio do programa SAEG (Euclides, 1983).

Resultados e discussão

Foram obtidos valores médios de $26,2 \pm 0,43$ °C; $5,16 \pm 0,19$ mg/L; $8,01 \pm 0,12$ e $23,1 \pm 0,4$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, para a temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos tanques-rede. Os dados obtidos encontram-se dentro da faixa recomendada por Eгна e Boyd (1997), para os peixes tropicais de água doce.

Na Tabela 2, encontram-se os valores médios das variáveis de desempenho de alevinos revertidos de tilápia do Nilo, alimentados com rações contendo níveis crescentes de metionina + cistina total e digestível. Com o aumento nos níveis de metionina + cistina na ração foi observado efeito quadrático ($P < 0,001$) sobre a variável de ganho de peso (Figura 1), estimando-se os valores de 1,10 e 1,01% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, para máximo valor dessa variável, correspondente a 60,11 e 60,98%, respectivamente, de metionina + cistina total e digestível em relação aos níveis de lisina total e digestível, respectivamente, da ração.

Tabela 2. Valores médios de desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo valores crescentes de metionina + cistina digestível

Variável	Metionina + cistina digestível (%)						CV ³
	0,83	0,88	0,93	1,03	1,13	1,23	
Peso inicial (g)	1,28	1,35	1,26	1,33	1,32	1,27	4,62
Ganho de peso (g) ¹	4,67	5,60	6,36	6,09	5,85	3,83	14,67
Conversão alimentar ¹	1,72	1,68	1,57	1,61	1,91	3,20	16,92
Taxa de eficiência protéica ¹	3,07	3,68	4,18	4,19	3,98	1,94	12,96
Sobrevivência (%) ²	91,67	87,50	95,83	79,16	79,16	68,33	15,86

¹Efeito quadrático: ganho de peso ($Y = -46,9789 + 105,1390X - 52,5092X^2$; $r^2 = 0,87$); conversão alimentar = ($Y = 22,1394 - 43,1390X + 22,4909X^2$; $r^2 = 0,82$); taxa de eficiência protéica ($Y = -42,5840 + 93,6268X - 46,6152X^2$; $r^2 = 0,77$); ²Efeito linear: $Y = 145,8650 - 62,6384X$; $r^2 = 0,62$; ³Coeficiente de variação

O valor estimado de exigência de metionina + cistina total para máximo ganho de peso (1,01%) foi inferior ao que foi obtido por Santiago e Lovell (1988), de (0,95%) para a tilápia do Nilo, sendo próximo do valor determinado por Jackson e Capper (1982), para tilápia mossambica, de 1,1%.

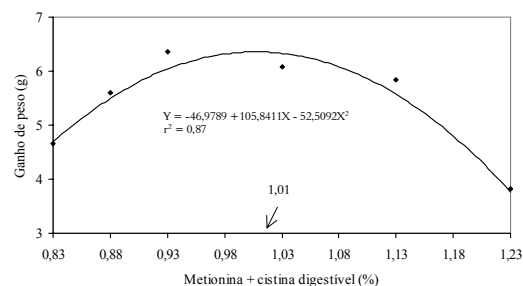


Figura 1. Ganho de peso de alevinos revertidos de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo níveis crescentes de metionina + cistina digestível

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,003$) dos níveis de metionina + cistina sobre a conversão alimentar (Tabela 2), em que foram estimados os melhores valores com 1,11 e 1,00% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, correspondente a valores de 60,66 e 60,98% de metionina + cistina total e digestível em relação aos níveis de lisina total e digestível da ração, respectivamente. Houve efeito quadrático ($P < 0,001$) dos níveis de metionina + cistina nas rações sobre a taxa de eficiência protéica, sendo que o maior valor dessa variável foi estimado com 1,00% de metionina + cistina digestível (Figura 2), ou cerca de 60,98% de metionina + cistina digestível em relação ao nível de lisina digestível da ração, correspondente a 1,10% de aminoácidos sulfurados totais.

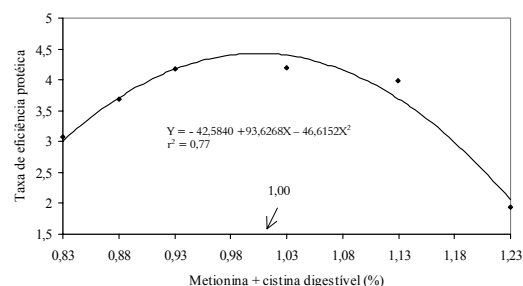


Figura 2. Taxa de eficiência protéica de rações contendo níveis crescentes de metionina + cistina digestível, para alevinos revertidos de tilápia do Nilo

A piora na taxa de retenção da proteína, nos níveis mais elevados de metionina + cistina, pode estar relacionada com a ocorrência de antagonismos entre os aminoácidos sulfurados e/ou entre esses com outros aminoácidos, reduzindo a eficiência de utilização dos aminoácidos como um todo, fato que também foi observado por Jackson e Capper (1982). Dessa forma, o adequado balanceamento de

aminoácidos em rações para peixes é importante para permitir adequado desempenho e também para reduzir a fração nitrogenada que será excretada para o meio aquático.

Poucas são as informações sobre as exigências de aminoácidos digestíveis para a tilápia do Nilo, o que dificulta a comparação dos resultados obtidos neste estudo. A relação metionina + cistina digestível/lisina digestível, em torno de 60%, considerando-se as variáveis avaliadas, são inferiores aos descritos por Wilson (1991) e Furuya (2000), de 44 e 45%, respectivamente, para o bagre do canal e para a tilápia do Nilo, que estimaram estes valores baseados no padrão de aminoácidos das carcaças das respectivas espécies. Este resultado discorda dos resultados dos estudos de Wilson e Poe (1985), que observaram elevada correlação entre os valores de exigências de aminoácidos essenciais, que foram estimados para o bagre do canal em experimentos de dose-resposta, com os obtidos através do padrão de aminoácidos da carcaça.

Os níveis de metionina + cistina nas rações reduziram linearmente ($P < 0,05$) a taxa de sobrevivência. Resultado semelhante foi encontrado por Jackson e Capper (1982), com a tilápia mossambica, que sugeriram efeito depressivo da inclusão de elevados níveis de metionina sintética sobre essa variável, possivelmente atribuído ao elevado "pool" de aminoácidos plasmático de peixes alimentados com rações com altas concentrações de DL-metionina, pela incompatibilidade entre as taxas de absorção dos aminoácidos sintéticos e daqueles ligados à proteína dos ingredientes, acarretando em deficiências de aminoácidos.

Quando avaliado em termos de aminoácidos sulfurados digestíveis em relação ao valor de proteína digestível, os dados deste trabalho demonstram que esses aminoácidos devem estar presentes na proporção de 3,5% da proteína (digestível). Este valor é superior ao recomendado pelo National Research Council (1993), de 3% em relação à proteína da ração.

As exigências de metionina + cistina devem ser avaliadas separadamente em rações para peixes elaboradas sem a inclusão de produtos de origem animal, pois os peixes, assim como outros animais não-ruminantes, exigem um mínimo de metionina, considerando-se que a metionina não pode ser obtida através da cistina (trans-sulfuração). Assim, pelos resultados do presente estudo, estimou-se um mínimo de 0,6% de metionina para permitir adequada resposta no desempenho produtivo.

A diferença nos resultados obtidos de proporção de aminoácidos sulfurados em relação à lisina

ressalta a importância da determinação dos valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos para obtenção das exigências, considerando-se as variações no valor nutricional entre os ingredientes e para as diferentes espécies de peixes. Em função dos dados obtidos, pode-se concluir que alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentam exigência de 1,11 e 1,00% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, correspondente a uma relação metionina + cistina digestível/lisina digestível de aproximadamente 61%.

Agradecimentos

Aos professores Doutores Robert P. Wilson (Department of Biochemistry and Molecular Biology, Mississippi State University) e Toshio Akiyama (Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station, Urasoko, Tsuruga, Fukui, Japan) pelas sugestões e artigos enviados.

Referências

- EGNA, H. S.; BOYD, C. E. *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press, 1997.
- EUCLYDES, R. F. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatística e genética)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- FURUYA, W.M. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, 2001, (no prelo).
- FURUYA, W.M. *Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. 2000. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP, 2000.
- FURUYA, W. M. et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase inicial. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1-12. 2001.
- JACKSON, A.J.; CAPPER, B.S. Investigations into requirements of the tilapia (*Sarotherodon mossambicus*) for dietary methionine, lysine and arginine in semi-synthetic diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 29, p.289-297, 1982.
- JAUNCEY, K., ROSS, B. *A guide to tilapia feeds and feeding*. Scotland: University Press. 1982.
- MACK, S. Amino acids in broiler nutrition-requirements and interrelations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. *Anais...* Campinas: CBNA, 1998. p. 69-86.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of warm water fishes and shellfishes*. Washington: National Academy Press, 1993.

PEZZATO, L.E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, 2001, (no prelo).

SANTIAGO, C. B.; LOVELL, R. T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 118, p.1540-1546, 1988.

WILSON, R.P. Amino acid nutrition of fish: a new method of estimating requirement values. In: US-JAPAIN SYMPOSIUM ON AQUACULTURE

NUTRITION, 20, 1991, Oregon. *Proceedings...* Newport, Oregon, 1991. p. 49-54.

WILSON, R.P.; POE, W.E. Relationship of whole and egg essential amino acid patterns to amino acid requirement patterns in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, New York, v. 80, p.385-388, 1985.

Received on May 31, 2001.

Accepted on July 23, 2001.