

Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Wilson Rogério Boscolo*, Aldi Feiden, Robie Allan Bombardelli, Altevir Signor, André Luis Gentelini e Bruno Estevão de Souza

Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, Jardim La Salle, 85903000, Toledo, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: wrboscolo@unioeste.br

RESUMO. O trabalho objetivou avaliar a exigência de fósforo total (Pt) para alevinos de tilápia do Nilo. Foram utilizados 125 alevinos com peso e comprimento iniciais médios de $0,95 \pm 0,11$ g e $3,81 \pm 0,18$ cm, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; e 1,2% de Pt na ração) e cinco repetições. Avaliaram-se o peso final (PF), o comprimento final (CF), a conversão alimentar (CA) e a sobrevivência (SO). Os melhores PF ($P < 0,05$) foram observados nos peixes alimentados com as rações contendo 0,8%; 1,0% e 1,2% de Pt. O melhor CF foi com a ração 0,8% e a pior CA foi observada para a ração com 0,4% de Pt, e a menor SO foi proporcionada pela ração com 1,2% de Pt. Através da análise LRP (*Linear Response Plateau*), observou-se um aumento linear no PF com platô em 0,74% de Pt. A exigência de Pt para alevinos de tilápia do Nilo é de 0,74%.

Palavras-chave: exigência nutricional, fósforo total, peixes.

ABSTRACT. Requirements of Phosphorus for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. The work aimed to evaluate the requirement of total phosphorus (Pt) for Nile tilapia. 125 fingerlings with average initial weight and length of 0.95 ± 0.11 g and 3.81 ± 0.18 cm, respectively, were used. An entirely randomized design was used with five treatments (0.4; 0.6; 0.8; 1.0; and 1.2% of Pt in the ration) and five replications. The final weight (FW), final length (FL), food conversion (FC) and survival (SU) were evaluated. The best FW ($W < 0.05$) had been observed in the fish fed with the rations contend 0.8; 1.0 and 1.2% of Pt. The best FL was with ration 0.8% and the worst FC was observed for the ration with 0.4% of Pt, the lowest SU was proportionate for the ration with 1.2% of Pt. Through LRP (*Linear Response Plateau*) analysis was observed a linear increase in the FW with plateau in 0.74% of Pt. The requirement of Pt for Nile tilapia fingerlings is 0.74%.

Key words: nutritional requirements, total phosphorus, fish.

Introdução

As tilápias representam o segundo grupo de maior importância na aquicultura mundial, (Borghetti *et al.*, 2003), destacando-se em cultivos por apresentar crescimento rápido e rusticidade (Hayashi *et al.*, 1999). É uma espécie de grande interesse para a piscicultura por ser apropriada para a indústria de filetagem (Boscolo *et al.*, 1999). No Brasil, outro segmento responsável por um grande incremento da produção piscícola é o sistema de “pesque-pagues”, que, nos últimos anos, ampliou em muito a sua demanda (Borghetti e Ostrensky, 1998).

O fósforo é requerido para manutenção normal das funções metabólicas e fisiológicas dos animais e a carência de um mineral essencial na dieta pode levar

a vários sinais de deficiência (Dato-Cajegas e Yakupitiyage, 1996), como baixo desempenho e mineralização óssea deficiente. A digestibilidade de lipídeos e de carboidratos e conseqüentemente de energia é prejudicada em peixes alimentados com dietas deficientes de fósforo (Rodehutsord *et al.*, 2000), devido ao seu importante papel nos processos e na transferência de energia química no organismo através do ATP (Lehninger *et al.*, 1995).

Dentre os minerais exigidos pelos animais, o cálcio e o fósforo são requeridos em níveis mais elevados, quando comparados aos outros elementos minerais (Robinson *et al.*, 1987). Cerca de 85 a 90% do fósforo nos peixes está nos ossos e nas escamas (Lovell, 1998).

O fósforo pode ser absorvido da água através das brânquias, mas a uma taxa muito menor que o cálcio

(Hepher, 1988). Entretanto os níveis de fósforo dissolvido em águas naturais são relativamente baixos (Lovell, 1998), portanto os peixes não obtêm fósforo suficiente da água e, devido ao fato de o fósforo contido nos alimentos convencionais, (principalmente os de origem vegetal) ser parcialmente indisponível, as rações para peixes são usualmente suplementadas com fontes de fósforo (Li *et al.*, 1996).

Praticamente todos os alimentos contêm fósforo em sua composição, mas sua disponibilidade é variável entre as diferentes espécies de peixes (Hepher, 1988). Processamentos como a peletização e a extrusão melhoram a eficiência de retenção de energia e de proteína, diminuindo consideravelmente a produção de resíduos, devido a mudanças físicas e químicas provocadas nos nutrientes e também em função de uma melhor estabilidade da ração na água. No entanto Ballestrazzi *et al.* (1998) não observaram redução na excreção de fósforo pela peletização e pela extrusão. De acordo com McDowell (1995), a absorção de fósforo é dependente de sua solubilidade no ponto de contato com a membrana absorviva e, segundo Li *et al.* (1996), o grau de moagem do alimento pode influenciar a utilização do mineral.

De acordo com Steffens (1987), as necessidades de fósforo dos peixes dependem, entre outras coisas, da constituição do trato digestório e do tipo de fonte de fósforo. As espécies que dispõem de estômago podem absorver mais eficientemente os fosfatos de baixa solubilidade que os peixes sem estômago. A eficiência na retenção de fósforo diminui com o aumento na ingestão desse elemento (Bureau e Cho, 1999). Sua taxa de absorção e de assimilação varia entre as espécies, portanto seus requerimentos também variam (Hepher, 1988). Quanto à fonte, o aproveitamento de fontes vegetais é geralmente baixo, por outro lado, as fontes inorgânicas são bem aproveitadas e a utilização do fósforo das fontes de origem animal variam conforme a espécie de peixe.

As informações sobre o requerimento de fósforo dietário para cada espécie é essencial para a formulação de uma ração de baixo custo e que minimize a excreção para o meio (Peñaflorida, 1999). No entanto são poucos os dados disponíveis na literatura sobre a exigência e o valor biológico dos alimentos e sobre as fontes inorgânicas para os peixes (Mukhopadhyay e Ray, 1997).

O presente trabalho teve por objetivo determinar as exigências nutricionais de fósforo total para alevinos de tilápia do Nilo.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Toledo, no período de 23/07/02 a 17/09/02. Foram utilizados 125 alevinos de tilápia do Nilo com peso inicial de $0,95 \pm 0,11$ g e comprimento inicial de $3,81 \pm 0,18$ cm, distribuídos em 25 aquários com capacidade de 30 L de volume útil, equipados com sistema de aeração artificial por contato. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, em que se considerou como unidade experimental um aquário com cinco peixes.

Os tratamentos foram constituídos por cinco rações a base de milho e de farelo de soja, formuladas de modo a conterem níveis de fósforo total de 0,40%; 0,60%; 0,80%; 1,00% e 1,20%, através da inclusão de fosfato bicálcico, sendo as mesmas isoprotéicas, isoenergéticas, isoaminoácídicas para metionina mais cistina e lisina (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais contendo diferentes níveis de fósforo (matéria natural).

Ingredientes (%)	Níveis de Fósforo (%)				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Farelo de soja	66,38	66,52	66,65	66,79	66,92
Milho	27,80	27,0	26,20	25,40	24,60
Óleo de soja	1,49	1,73	1,97	2,21	2,44
Fosfato bicálcico	0,00	1,10	2,20	3,30	4,40
Calcário calcítico	2,82	2,15	1,48	0,81	0,14
Suplemento (min+vit) ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes (%) ²					
Energia digestível (kcal/kg)	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Proteína digestível	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Proteína bruta	33,50	33,51	33,51	33,52	33,52
Gordura	4,20	4,41	4,62	4,83	5,02
Fibra bruta	3,77	3,77	3,78	3,78	3,79
Amido	26,20	25,73	25,25	24,77	24,29
Linoléico	1,81	1,93	2,04	2,16	2,27
Cálcio	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Fósforo total	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
Lisina	1,97	1,97	1,98	1,98	1,98
Metionina + cistina	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98

¹Níveis de garantia por quilograma do produto (Rovimix peixes): Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000 mg; Vit. K₃, 1.000 mg; Vit. B₁, 1.500 mg; Vit. B₂, 1.500 mg; Vit. B₆, 1.500 mg; Vit. B₁₂, 4.000 mg; Ác. Fólico, 500 mg; Pantotenato Ca, 4.000 mg; Vit. C, 15.000 mg; Biotina, 50 mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5.000 mg; I, 50 mg; Mn, 1500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5.000 mg. ²Exigência nutricional baseada no NRC (1993). Baseados nos valores de energia digestível para tilápia do Nilo propostos por Boscolo *et al.* (2002).

Após a mistura dos alimentos, as rações foram umedecidas com água a 50°C, posteriormente foram peletizadas e secas em estufa de ventilação forçada.

As rações foram fornecidas, quatro vezes ao dia, na proporção de 10% do peso vivo/dia. Para a correção da quantidade fornecida foi realizada pesagem de todos os lotes a cada dez dias, baseando-se no ganho de peso dos mesmos.

Os aquários foram sifonados duas vezes ao dia (50% de renovação por vez), pela manhã (7h30min) e à tarde (16h30min); antes das sifonagens foram realizadas as medições da temperatura da água dos mesmos. Os parâmetros físico-químicos da água, o pH, a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido foram medidos semanalmente, no período da tarde, sempre antes da sifonagem.

Ao final do período experimental, avaliaram-se o peso final médio (g), o comprimento final médio (cm), a conversão alimentar aparente e a sobrevivência (%) dos peixes de cada unidade experimental.

Para análise estatística, os dados das variáveis analisados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e, em caso de diferenças utilizou-se o teste de Duncan e LRP (Linear Response Plateau), pelo programa estatístico Saeg (Sistema de Análise Estatística e Genética) (UFV, 1997).

Resultados e discussão

Os valores médios de temperatura, de condutividade, de oxigênio dissolvido e de pH durante o período experimental foram de $27,09 \pm 0,78^\circ\text{C}$; $86,41 \pm 8,09 \mu\text{S/cm}$; $7,44 \pm 0,81 \text{ mg/L}$; $7,24 \pm 0,27$, respectivamente, mantendo-se dentro dos níveis recomendados por Popma e Phelps (1998).

Os valores médios dos parâmetros de desempenho e de sobrevivência estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito dos níveis do fósforo no desempenho de alevinos de tilápia do Nilo.

Variáveis	Fósforo total (%)					
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	CV (%)
Peso final médio (g)	4,35c	8,96b	11,14a	11,34a	12,53a	11,21
Comprimento final médio (cm)	2,83c	3,46b	3,93a	3,26bc	3,11bc	10,54
Conversão alimentar aparente	3,46a	2,23b	1,90b	2,12b	2,19b	14,64
Sobrevivência (%)	90,00ab	88,00ab	92,00a	76,00bc	70,00c	12,88

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

Os melhores resultados de peso final médio ($P < 0,05$) foram observados para os peixes alimentados com as rações contendo 0,8%; 1,0% e 1,2% de fósforo total (Pt)/kg de ração sem diferença ($P > 0,05$) entre si, seguidos pela ração com 0,6% e 0,4% de Pt ($P < 0,05$). O maior comprimento final médio ($P < 0,05$) foi observado nos peixes alimentados com a ração contendo 0,8% de Pt e o menor comprimento ($P < 0,05$) observado nos animais alimentados com a ração contendo 0,4% de Pt, não diferindo de 1,0% e 1,2% de Pt. Resultados apresentados por Boscolo *et al.* (2003), avaliando níveis de 0,35%, 0,70%, 1,05% e 1,40% de Pt em

rações à base de milho e de farelo de soja suplementadas com fosfato bicálcico para a tilápia do Nilo na fase de crescimento, demonstraram que as rações com suplementação de fósforo (0,70; 1,05 e 1,40% de Pt) proporcionaram o melhor desempenho e que a exigência de Pt para essa fase é de 0,70%. Resultados semelhantes também foram observados por Watanabe *et al.* (1980) que observaram bons resultados de desempenho da tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo níveis abaixo de 0,90% de Pt. Esses resultados são bem próximos ao requerimento de truta arco-íris determinado por Ogino e Takeda (1978), os quais observaram que o requerimento de Pt varia entre 0,7% a 0,8%. Kim *et al.* (1998), avaliando dietas práticas com a suplementação de Pt com fosfato monocálcico para carpa espelho, também observaram piores resultados de desempenho na ração controle em que não havia a suplementação de fósforo.

Os tratamentos com a suplementação de fósforo com fosfato bicálcico não diferiram entre si ($P > 0,05$) quanto à conversão alimentar aparente dos peixes, sendo que a pior foi proporcionada pela ração com 0,4% de Pt. Segundo Rodehutsord *et al.* (2000), a digestibilidade dos nutrientes da ração é prejudicada em peixes alimentados com dietas deficientes em fósforo, fato que pode explicar o resultado obtido. Esse resultado é agravado na ração com 0,4% de Pt, na qual o fósforo era proveniente somente do milho e do farelo de soja, pois, em alimentos de origem vegetal, a maior parte do fósforo está indisponível na forma de fitato, que pode ter diminuído a quantidade de fósforo disponível nessa ração.

A maior taxa de sobrevivência ($P < 0,05$) foi observada nos peixes alimentados com a ração com 0,8% de Pt, não diferindo dos animais alimentados com 0,6% e 0,4% de Pt. A menor sobrevivência foi observada nos animais alimentados com 1,2% de Pt, não diferindo dos alimentados com 1,0% de Pt. Essa resposta pode ser explicada devido ao fato do excesso de alguns minerais afetarem a utilização de outros que são essenciais ao metabolismo dos animais. Os outros tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) a sobrevivência dos peixes. Estudos de Peñaflorida (1999) sobre o requerimento de camarão (*Penaeus monodon*) indicam que animais suplementados com nível de 0,74% de Pt apresentaram um máximo crescimento, bem como proporcionaram uma melhor sobrevivência dos indivíduos nas fases iniciais de pós-larvas.

Através da análise de LRP (Linear Response Plateau), observou-se um aumento linear no peso final médio, com platô em 7,43 g de P/kg de ração,

ou seja, 0,74% de fósforo para peso final médio (Figura 1).

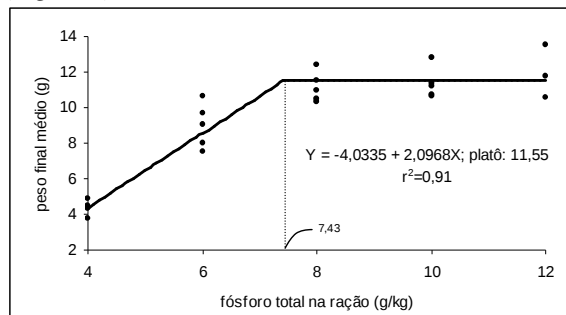


Figura 1. Peso final médio de alevinos de tilápias do Nilo alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo

O nível de cálcio utilizado em todas as rações foi de 1,20%, que proporcionou uma relação Ca:P de 3:1, 2:1, 1,5:1, 1,2:1 e 1:1 para os tratamentos com 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0% e 1,2% de Pt, respectivamente. O melhor peso final médio foi observado nos animais alimentados com a ração contendo a relação Ca:P de 1:1, não diferindo ($P > 0,05$) dos tratamentos com relação de 1,2:1 e 1,5:1. No entanto, para o parâmetro sobrevivência, a melhor taxa foi observada com a relação Ca:P de 1,5:1, não diferindo de 2:1 e 3:1. Considerando essas duas variáveis, a relação Ca:P mais indicada é de 1,5:1. Segundo o NRC (1993), o cálcio é requerido na dieta da tilápia do Nilo, mas ainda não é quantificado. A quantificação do cálcio é prejudicada, pois esse elemento é facilmente retirado do ambiente pelos peixes (Hepher, 1988) e muitos corpos d'água são ricos nesse elemento; situação que não é comum para o fósforo, pois nossos solos e conseqüentemente águas, são pobres em fósforo e o mesmo torna-se não lábil no sedimento.

As informações sobre o requerimento de fósforo dietário para cada espécie é essencial para a formulação de uma ração de baixo custo e que minimize a excreção para o meio (Peñaflorida, 1999). Considerando que o fósforo é o principal agente eutrofizador em ambientes aquáticos de clima tropical, devemos utilizar formulações que apresentem o menor teor de fósforo e que não prejudiquem o desempenho e a sobrevivência dos peixes (Jahan et al., 2003).

Conclusão

Conclui-se que, para alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com rações à base de milho e de farelo de soja suplementadas com fosfato bicálcico, a exigência de fósforo total é de 0,74%.

Referências

- BALLESTRAZZI, R. et al. Performance, nutrient retention efficiency, total ammonia and reactive phosphorus excretion of growing European sea-bass (*Dicentrarchus labrax* L.) as affected by diet processing and feeding level. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, n.1-4, p.55-65, 1998.
- BORGHETTI, N.B.R. et al. *A Aquicultura, uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo*. Curitiba: Fundação Biblioteca Nacional, 2003.
- BORGHETTI, J.R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA I, 1998, Recife. *Anais...* Recife: SIMBRAq, 1998. p. 437-447.
- BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), linhagens tailandesa e comum nas fases inicial e de crescimento. In: ACUICULTURA VENEZUELA, Puerto La Cruz, Venezuela. *Anais...* Puerto La Cruz, 1999., Venezuela: ASA, 1999. p. 84-91.
- BOSCOLO, W. R. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, v.13, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSCOLO, W.R. et al. Exigência de fósforo da tilápia do Nilo na fase de crescimento. *Varia Sci.*, Cascavel, v.3, n. 1, p.115-124, 2003.
- BUREAU, D.P; CHO, C.Y. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 179, n. 1-4, p.127-140, 1999.
- DATO-CAJEGAS, C.R.S; YAKUPITIYAGE, A. The need dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. *Aquaculture*, Amsterdam, v.144, n. 1-3, p.227-237, 1996.
- HAYASHI, C. et al. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.21, n. 3, p. 733-737, 1999.
- HEPHER, B. *Nutrition of pond fish*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- JAHAN, P. et al. Improved carp diets based in plant protein sources reduce environmental phosphorus loading. *Fish. Sci.*, Tokyo, v. 69, p. 219-225, 2003.
- KIM, J.D. et al. Optimum level of dietary monocalcium phosphate based on growth and phosphorus excretion of mirror carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, p. 337-344, 1998.
- LEHNIINGER, A.L. et al. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 1995.
- LI, M.H. et al. Efficacy of dicalcium and defluorinated rock phosphates as dietary phosphorus sources for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.147, n.1-2, p.107-114, 1996.
- LOVELL, T. I. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.
- MCDOWELL, L. R. *Minerals in animal and human nutrition*.

London: Academic Press, 1995.

MUKHOPADHYAY, N; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, (*Labeo rohita*), fingerlings. *Aquaculture Res.*, Oxford, v. 28, p.683-689, 1997.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals. Washington, DC: NRC, 1993.

OGINO, C.; TAKEDA, H. Requirements of rainbow trout for dietary calcium and phosphorus. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, Tokyo, v.44, p.1019-1022, 1978.

PEÑAFLORES, A.D. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 172, n. 3-4, p.281-289, 1999.

POPMA, T.J.; PHELPS, R. P. Status Report to commercial Tilapia Producers on Monosex Fingerling Production Techniques. IN: AQUICULTURA BRASIL' 98, 1., 1998, Recife. *Anais...* Recife: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, p.127-145, 1998.

ROBINSON E.H. *et al.* Dietary calcium and phosphorus requirements of (*Oreochromis aureus*), reared in calcium-free water. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 64, n. 4, p.267-276, 1987.

RODEHUSTSCORD, M. *et al.* Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 188: p.383-398, 2000.

STEFFENS, W. *Principios Fundamentales de la alimentación de los peces*. Zaragoza: Editora Acribia S.A, 1987.

UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *Saeg (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)*. Versão 7.1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (Manual do usuário). 150p, 1997.

WATANABE, T. *et al.* The availability to *Tilapia nilotica* of phosphorus in white fish meal. *Bull. Jpn Soc. Sci. Fish.*, Tokyo, v.46, p.879-899, 1980.

Received on July 09, 2004.

Accepted on February 22, 2005.