

FELIPE BARBOSA RIBEIRO

**NÍVEIS DE FÓSFORO TOTAL EM DIETAS PARA ALEVINOS
DE TILÁPIA DO NILO**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de “Magister
Scientiae”

VIÇOSA
MINAS GERAIS– BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R484n
2005
2005.

Ribeiro, Felipe Barbosa, 1979-

Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de
tilápia do Nilo / Felipe Barbosa Ribeiro. – Viçosa : UFV,

x, 27p. : il. ; 29cm.

Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de

Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Tilápia (peixe) - Alimentação e rações. 2. Tilápia
(peixe) - Nutrição - Necessidade. 3. Fósforo na nutrição de
peixes. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 639.3

FELIPE BARBOSA RIBEIRO

**NÍVEIS DE FÓSFORO TOTAL EM DIETAS PARA ALEVINOS
DE TILÁPIA DO NILO**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de “Magister
Scientiae”

Aprovada: 13 de julho de 2005.

Prof. Aloízio Soares Ferreira
(Conselheiro)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho

Prof. Paulo Cesar Brustolini

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna
(Orientador)

A Deus, sem o qual nada seria possível.

Aos meus pais Erimar e Eliane, pelo amor, carinho, incentivo, apoio e, principalmente, formação de vida.

Aos meus irmãos Rodrigo e Lucila, minha cunhada Aline e meu sobrinho Artur, pelo carinho e amor.

“Há quem diga que todas as noites são de sonhos. Mas há também quem garanta que nem todas, só as de verão. No fundo, isso não tem importância. O que interessa mesmo não é a noite em si, são os sonhos. Sonhos que o homem sonha sempre, em todos os lugares, em todas as épocas do ano, dormindo ou acordado”.

(Shakespeare, Sonhos de Uma Noite de Verão)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Zootecnia (DZO), pela acolhida e oportunidade de realização deste curso.

Ao professor orientador Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pela orientação, amizade, incentivo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores conselheiros, Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira, pela amizade e contribuição ao trabalho.

Ao professor Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, pela amizade desde o início do curso de graduação.

Aos estagiários do Laboratório de Nutrição de peixes Silvia, Félix, Moisés e Sanae, pela amizade e dedicação.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela ajuda nas análises químicas e amizade durante todo o período do curso.

A todos os meus amigos e amigas, em especial a Marcos Bomfim, Anderson Freitas, Maíra Sousa, Jorge Cotan, Jefferson Siqueira, Douglas Pina e Silvano, pela ajuda, incentivo e leal amizade.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para execução deste trabalho e não foram citados.

BIOGRAFIA

FELIPE BARBOSA RIBEIRO, filho de Erimar Danelon Ribeiro e Eliane Barbosa Ribeiro, nasceu em São João Nepomuceno, Estado de Minas Gerais, no dia 10 de outubro de 1979.

Em 1999, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa - UFV, colando grau em 01 de agosto de 2003.

Em agosto de 2003, foi admitido no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa - UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em julho de 2005, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
EXIGÊNCIA DE FÓSFORO EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO.....	9
REQUIREMENT OF PHOSPHORUS IN DIETS FOR NILE TILAPIA FINGERLINGS.....	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÃO.....	24
LITERATURA CITADA.....	25

LISTA DE TABELAS

	Página
001. Composições percentual, química e calculada das dietas experimentais (matéria natural).....	13
002. Ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA) e conversão alimentar aparente (CAA) em função do nível de fósforo total da dieta	17
003. Taxa de eficiência de retenção de fósforo (TERFOS), taxa de eficiência de fósforo (TEFOS) e taxa de eficiência de protéica (TEP) em função do nível de fósforo total da dieta.....	20
004. Composição corporal em função do nível de fósforo total da dieta..	22

LISTA DE FIGURAS

	Página
001. Representação gráfica da conversão alimentar aparente em função do nível de fósforo da dieta	19
002. Representação gráfica da taxa de eficiência protéica em função do nível de fósforo da dieta	21

RESUMO

RIBEIRO, Felipe Barbosa, M.S. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005.
Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. Orientador:
Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Aloízio
Soares Ferreira.

Objetivando-se determinar a exigência de fósforo em dieta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), foram utilizados 432 alevinos com peso inicial de $0,60 \pm 0,02$ g, mantidos em 36 aquários de 150 litros dotados de abastecimento de água, temperatura controlada, e aeração individual. O experimento foi planejado em delineamento inteiramente ao acaso, composto por seis tratamentos (0,55; 0,73; 0,94; 1,14; 1,37 e 1,59% de fósforo total), seis repetições por tratamento e doze peixes por unidade experimental. Os peixes foram alimentados Os peixes foram alimentados a partir do oferecimento de seis refeições diárias, durante 40 dias., durante 40 dias. Avaliaram-se o ganho de peso, consumo de ração aparente, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, taxa de eficiência de fósforo, composição química corporal (teores de umidade, proteína, gordura, cálcio e fósforo, relação cálcio: fósforo) e taxa de eficiência de retenção de fósforo no ganho de peso. Avaliaram-se o ganho de peso, consumo de ração aparente, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, taxa de eficiência de fósforo, composição química corporal (teores de umidade, proteína, gordura, cálcio, fósforo e relação cálcio: fósforo) e taxa de eficiência de retenção de fósforo no ganho de peso. Para a conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica verificou-se efeito

quadrático e para a taxa de eficiência de retenção de fósforo e taxa de eficiência de fósforo verificou-se efeito linear em função dos níveis de fósforo na dieta. As demais variáveis não houve efeito dos níveis de fósforo da dieta. Concluiu-se que a exigência de fósforo em dietas para alevinos de tilápia do Nilo é de 1,10%, por proporcionar as melhores respostas em conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica.

ABSTRACT

RIBEIRO, Felipe Barbosa, M.S. Universidade Federal de Viçosa, July 2005. **Levels of total phosphorus in diets of Nile tilapia fingerlings.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Aloízio Soares Ferreira.

Four hundred and thirty two of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis Niloticus*), with initial weight of $0,60 \pm 0,02\text{g}$, placed in 36 aquaria (150L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine phosphorus requirements. The experiment was carried out according to a completely randomized design, with six treatments (0,55; 0,73; 0,94; 1,14; 1,37 and 1,59% total phosphorus), six replicates and twelve fishes per experimental unit. The fishes were fed offering six daily meals, during 40 days. They were evaluated the weight gain, apparent diet consumption, apparent feed: gain ratio, specific growth rate, protein efficiency rate, phosphorus of efficiency of rate, corporal chemical composition (humidity tenors, protein, fat, phosphorus, calcium, calcium: phosphorus ratio) and phosphorus of retention of efficiency of rate. For the apparent alimentary conversion and protein efficiency rate was verified quadratic effect and for the phosphorus of retention of efficiency of rate and phosphorus of efficiency of rate was verified lineal effect in function of the phosphorus levels in the diet. The other variables didn't have effect of the phosphorus of levels of the diet. It was concluded that total phosphorus requirement for diets of Nile tilapia corresponds to 1,10%, since this level provides the best responses in apparent feed:gain ratio and protein efficiency rate.

1. INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de carne de peixe como fonte de proteína animal de alta qualidade tem aumentado as perspectivas para o desenvolvimento do setor de piscicultura em diversos países. A produtividade em sistemas intensivos requer utilização de dietas completas, uma vez que o alimento natural disponível no meio aquático pode não atender as exigências de produção.

Ainda que a pesca seja uma das atividades mais antigas, a piscicultura comercial iniciou-se há cerca de 150 anos no Japão. A busca pela melhor dieta para alimentação de carpa (*Cyprinus carpio*) e de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) ocorreu somente no início do século 20. Nesse período, foi estabelecida a criação de “Milkfish” (*Chanos chanos*) na região Sudeste da Ásia, o policultivo de carpas na China, o monocultivo de carpas na Europa, a criação de tilápia na África e a criação de salmonídeos na América do Norte e no Oeste europeu. Com exceção dos salmonídeos, as criações foram extensivas em que os peixes utilizavam os alimentos disponíveis no meio aquático, o que resultava em baixa produtividade (Lovell et al., 1978).

No Brasil, a criação de peixes de forma extensiva ocorreu no início da década de 60, sendo introduzidas espécies exóticas como as carpas, as tilápias, os bagres e as trutas (Furuya & Furuya, 2004).

Dentre as espécies mais promissoras para piscicultura destaca-se a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esta espécie tem sido criada principalmente nos países tropicais e subtropicais, devido ao seu rápido crescimento em sistema intensivo, facilidade de obtenção de larvas, rusticidade e hábito alimentar onívoro. Além disso, sua carne possui boas características organolépticas e seu filé não apresenta espinhos intramusculares em forma de “Y” (Hildsorf, 1995), o que facilita industrialização para comercialização no mercado interno e externo.

Nas criações intensivas as excretas, resultado do alimento não digerido e absorvido e dos resíduos provenientes do metabolismo dos peixes, podem ser as principais fontes de poluição no meio aquático, sendo o nitrogênio e o fósforo considerados os nutrientes mais poluentes. A eutrofização excessiva pode provocar danos ao meio ambiente.

A determinação do valor nutritivo dos alimentos convencionais e alternativos, a adequação do manejo alimentar, a aplicação de novas tecnologias de processamento das rações e a determinação das exigências nutricionais têm sido usados como instrumentos para minimizar a poluição ambiental.

Os minerais são exigidos pelos peixes para várias funções no metabolismo e osmorregulação. Os peixes podem obter os minerais da dieta e também da água. Muitos minerais são exigidos em pequenas quantidades e as exigências podem ser atendidas pela quantidade presente na água através de absorção pelas brânquias, principalmente o cloro, sódio e potássio (NRC, 1993).

O fósforo é um nutriente essencial e sua deficiência pode levar a uma redução na taxa de crescimento, na eficiência alimentar e na mineralização óssea. Este nutriente tem sido apontado como um dos mais limitante nos grãos de cereais usados na elaboração de rações comerciais para peixes.

Poucos trabalhos foram conduzidos objetivando determinar a exigência de fósforo para as tilápias, além disso, existem discrepâncias, na literatura, com relação aos níveis recomendados. Robinson et al. (1987) e Haylor et. al. (1988), ambos utilizando ingredientes purificados, determinaram que a exigência de fósforo é de, respectivamente, 0,46 e 0,54% da dieta, por proporcionarem um normal crescimento e mineralização óssea. Por outro lado, experimentos utilizando dietas práticas (Viola et. al., 1986; Watanabe et. al., 1980), determinaram que a exigência de fósforo para esta espécie varia de 0,70 a 1,00 % da dieta.

Como, normalmente, não são utilizados ingredientes purificados em dietas comerciais, e existe uma considerável variação nos níveis de fósforo determinado nas pesquisas utilizando dietas práticas, objetivou-se neste trabalho determinar a exigência de fósforo total para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), utilizando dietas práticas.

A presente tese foi elaborada seguindo-se as normas para feitura de tese (UFV, 2000), sendo o capítulo II elaborado seguindo-se as normas de publicação na Revista Brasileira de Zootecnia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Considerando a grande diversidade de espécies e conseqüente diferenciação morfofisiológica e comportamental dos peixes, a nutrição apresenta-se como uma grande área de estudos, onde os minerais se destacam pela sua importância nas funções metabólicas.

Existem poucos dados disponíveis com relação às exigências de minerais para peixes que permitem a formulação de dietas balanceadas. Somado a isto, o número reduzido de pesquisas no Brasil faz com que sejam usadas recomendações obtidas em outros países que, muitas vezes, não são aplicáveis às nossas condições.

A falta de um mineral essencial na dieta pode levar a vários sinais de deficiência (Dato-Cajegas & Yakupitiyage, 1996). Em carpas, alimentadas com dietas experimentais sem o mineral fósforo, os sinais de deficiência apresentados foram crescimento reduzido, desmineralização óssea, deformidade de esqueleto, calcificação anormal de costelas, deformidade craniana e aumento gordura visceral (Ogino & Takeda, 1976; Takeuchi & Nakazoe, 1981).

Dentre os minerais essenciais, o cálcio e o fósforo são exigidos em altos níveis pelos animais em comparação com os demais. Embora os peixes possam atender entre 65-80% de sua exigência em cálcio diretamente da água, através de absorção ativa pelas brânquias, a principal fonte de fósforo para os peixes é originária da dieta (Simkiss, 1974; Wilson et. al., 1982).

O papel da relação de Ca:P em peixes ainda não está bem definida e merece estudos adicionais. Robinson et. al. (1987) e Vielma & Lall (1998), observaram que peixes mantidos em água doce, a relação de Ca:P dietético pode não afetar o crescimento ou a concentração de fósforo nos tecidos, mesmo quando a concentração de cálcio na dieta seja excessiva. Entretanto, em condições de água com baixos teores de cálcio, essa relação pode influenciar os referidos parâmetros.

Estudando crescimento da carpa comum e trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), Watanabe (1988) encontrou relação positiva entre o ganho de peso e a suplementação de fósforo na ração, mas não com o nível de cálcio. Segundo esse autor, é difícil estudar os efeitos da deficiência do cálcio em peixes, devido ao fato do mesmo ser absorvido ativamente da água.

O fósforo é considerado um nutriente essencial à estrutura óssea e ao metabolismo corporal, sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender à exigência nutricional do animal e para que haja rápido e eficiente desenvolvimento dos ossos. Além disso, esse mineral em concentrações excessivas no meio aquático pode levar a eutrofização do meio, comprometendo a qualidade da água e a capacidade de suporte dos sistemas aquícolas (Van Der Ploeg & Boyd, 1991; English et. al., 1993) e, no caso de predominância de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas da carcaça dos peixes (Van Der Ploeg & Tucker,

1994). Portanto, torna-se necessário que o nível de fósforo na ração atenda estritamente a exigência do animal.

O mecanismo de absorção e transporte do fósforo dietético em peixes ainda não foi bem estudado. Nos vertebrados superiores, o processo de absorção de fósforo intestinal é estimulado pela vitamina D e dependente de sódio, cuja dependência está relacionada ao seu gradiente e transporte ativo secundário. Em peixes, a absorção de fósforo dependente do sódio foi verificada no intestino de carpas (Nakamura, 1982).

Outros fatores que podem influenciar na capacidade de utilização do fósforo da dieta são as características do sistema digestório e a fonte deste mineral. As espécies de peixes que têm estômago gástrico funcional disponibilizam melhor os fosfatos dificilmente solúveis em relação aos peixes que não o têm. Ao contrário das fontes inorgânicas de fósforo, que apresentam alta disponibilidade deste mineral, parte do fósforo encontrado nos ingredientes de origem vegetal comumente empregados na formulação de dietas para os peixes e demais monogástricos encontra-se na forma de fitato, o que o torna indisponível, uma vez que esses animais não possuem a enzima fitase necessária para sua disponibilização (Steffens, 1997; Jobling, 1994).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DATO-CAJEGAS, C.S.; YAKUPITIYAGE, A. The need for dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive culture. **Aquaculture**, 144:227-237, 1996.
- ENGLISH, W.R.; SCHWEDLER, T.E.; DYCK, L.A. Aphanizomenon flos-queae, a toxic blue green alga in commercial channel catfish, *Ictalurus punctatus*, ponds: a case history. **Journal of Applied Aquaculture**, 3:195-209. 1993.
- FURUYA, W.M. & FURUYA, V. R. B. Perspectivas da nutrição de peixes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande. CD-ROM. Palestras. 2004.
- HAYLOR, G. S.; BEVERIDGE, M.C.M.; JAUNCEY, K. Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*. In: Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K. (Eds) et al. The second international symposium on tilapia in aquaculture. Bangkok and ICLARM: Department of fisheries, Manila, **Proceedings...** p. 341-345. 1988.
- HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, 22:73-87, 1995.
- JOBLING, M. **Fish Bioenergetic**. Fish and fisheries series, Chapman & Hall. 1994.
- LOVELL, R.T.; SHELL, E.W.; SMITHERMAN, R.O. **Progress and prospects in fish farming**. New York: Academic Press, 1978.
- NAKAMURA, Y., Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 48:409-13. 1982.
- NRC - National Research Council - **Nutritional Requirements of fishes**. Washington: Academic Press. 114p. 1993.

- OGINO, C.; TAKEDA H. Mineral requirements in fish. 3. Calcium and phosphorus requirements in carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 42:793-9. 1976.
- ROBINSON, E.H.; LABOMASCUS, D.; BROWN, P.B. et al. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium- free water. **Aquaculture**, 64: 267-279. 1987.
- SIMKISS. **Calcium metabolism of fish in relation to ageing**. In: T. B. Bagenal (Editor), *The Ageing of Fish*. Unwin Brothers, Ltd., Surrey, Great Britain, 234 pp., 1974.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Zaragoza: Ed. Acribia. 272p. 1997.
- TAKEUCHI, M.; NAKAZOE J. Effect of dietary phosphorus on lipid content and its composition in carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 47:347-52, 1981.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Normas para redação de teses**. Viçosa: UFV, 2p, 2000.
- VAN DER PLOEG, M.; BOYD, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn,Alabama. **Journal World Aquaculture Society**, 22:207-216. 1991.
- VAN DER PLOEG, M.; TUCKER, C.S. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, from commercial ponds in Mississippi. **Journal of Applied Aquaculture**, 3:121-140, 1994.
- VIELMA, J.; LALL, S. P. Phosphorus utilization by Atlantic salmon (*Salmo sala*) reared in freshwater is not influenced by higher dietary calcium intake. **Aquaculture**, 160: 117-128, 1998.
- VIOLA, S., ZOHAR. G., ARIELE, Y. Requirements of phosphorus and its availability from different sources for intensive pond culture species in Israel. Part II- carp culture **Bamidgeh**, 38:44-54. 1986.
- WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.; MURUKAMI , A. et al.. The availability to *Oreochromis niloticus* of phosphorus in white fish meal. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**. 46: 897-900.1980.
- WATANABE, T. **Fish nutrition and maniculture**. Jica Textbook. The General Aquaculture Course, 233p. 1988.
- WILSON, R. P.; ROBINSON E. H.; GATLIN D. M. III et al. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. **Journal Nutrition**, 112, p. 1197-1292, 1982.

Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia do Nilo

RESUMO: Objetivando-se determinar a exigência de fósforo em dieta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), foram utilizados 432 alevinos com peso inicial de $0,60 \pm 0,02$ g, mantidos em 36 aquários de 150 litros dotados de abastecimento de água, temperatura controlada, e aeração individual. O experimento foi planejado em delineamento inteiramente ao acaso, composto por seis tratamentos (0,55; 0,73; 0,94; 1,14; 1,37 e 1,59% de fósforo total), seis repetições por tratamento e doze peixes por unidade experimental. Os peixes foram alimentados a partir do oferecimento de seis refeições diárias, durante 40 dias. Avaliaram-se o ganho de peso, consumo de ração aparente, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, taxa de eficiência de fósforo, composição química corporal (teores de umidade, proteína, gordura, cálcio, fósforo e relação cálcio: fósforo) e taxa de eficiência de retenção de fósforo no ganho de peso. Para a conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica verificou-se efeito quadrático e para a taxa de eficiência de retenção de fósforo e taxa de eficiência de fósforo verificou-se efeito linear em função dos níveis de fósforo na dieta. As demais variáveis não houve efeito dos níveis de fósforo da dieta. Concluiu-se que a exigência de fósforo em dietas para alevinos de tilápia do Nilo é de 1,10%, por proporcionar as melhores respostas em conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica.

Palavras-chave: alevinos, níveis de fósforo total, *Oreochromis niloticus*

Levels of total phosphorus in diets of Nile tilapia fingerlings

ABSTRACT: Four hundred and thirty two of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis Niloticus*), with initial weight of $0,60 \pm 0,02g$, placed in 36 aquaria (150L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine phosphorus requirements. The experiment was carried out according to a completely randomized design, with six treatments (0,55; 0,73; 0,94; 1,14; 1,37 and 1,59% total phosphorus), six replicates and twelve fishes per experimental unit. The fishes were fed offering six daily meals, during 40 days. They were evaluated the weight gain, apparent diet consumption, apparent feed: gain ratio, specific growth rate, protein efficiency rate, phosphorus of efficiency of rate, corporal chemical composition (humidity tenors, protein, fat, phosphorus, calcium, calcium: phosphorus ratio) and phosphorus of retention of efficiency of rate. For the apparent alimentary conversion and protein efficiency rate was verified quadratic effect and for the phosphorus of retention of efficiency of rate and phosphorus of efficiency of rate was verified lineal effect in function of the phosphorus levels in the diet. The other variables didn't have effect of the phosphorus of levels of the diet. It was concluded that total phosphorus requirement for diets of Nile tilapia corresponds to 1,10%, since this level provides the best responses in apparent feed:gain ratio and protein efficiency rate.

Key Words: fingerlings, total phosphorus level, *Oreochromis niloticus*

Introdução

Dentre as espécies de peixes de interesse econômico e social, destaca-se a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esta espécie tem sido criada principalmente nos países tropicais e subtropicais, devido ao seu rápido crescimento em sistema intensivo, facilidade de obtenção de larvas, rusticidade e hábito alimentar onívoro. Além disso, sua carne possui boas características organolépticas e seu filé não apresenta espinhos intramusculares em forma de “Y” (Hildsorf, 1995), o que facilita a industrialização para comercialização no mercado interno e externo.

Apesar de todas essas características, ainda existem poucas informações com relação às exigências de minerais para tilápia do Nilo que permitem a formulação de dietas balanceadas. Somado a isto, o número reduzido de pesquisas no Brasil faz com que sejam usadas recomendações obtidas em outros países que, muitas vezes, não são aplicáveis às nossas condições.

Dentre os minerais essenciais, o cálcio e o fósforo tem sido apontados como aqueles exigidos em altos níveis pelos animais em comparação com os demais minerais. Em relação ao cálcio tem-se observado que os peixes possam atender entre 65,0-80,0% de sua exigência diretamente da água, através de absorção ativa pelas brânquias, enquanto que o fósforo deve ser oferecido na dieta (Simkiss, 1974; Wilson et. al., 1982).

O fósforo é considerado um nutriente essencial para formação da estrutura óssea e ao metabolismo corporal, sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender à exigência nutricional do animal.

Além disso, esse mineral em concentrações excessivas no meio aquático pode levar a eutrofização do meio, comprometendo a qualidade da água e a capacidade de suporte dos sistemas aquícolas (Van Der Ploeg & Boyd, 1991; English et. al., 1993)

e, no caso de predominância de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas da carcaça dos peixes (Van Der Ploeg & Tucker, 1994). Portanto, torna-se necessário que o nível de fósforo na ração atenda estritamente a exigência do animal.

Assim, justifica-se a necessidade de determinar a exigência de fósforo total para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), utilizando dietas práticas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 14 de dezembro de 2004 a 24 de janeiro de 2005, no Laboratório de Nutrição de Peixes, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizado no município de Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizados 432 alevinos revertidos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), da linhagem tailandesa, com peso inicial de $0,60 \pm 0,02$ g, obtidos de uma mesma desova, sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, por seis tratamentos, seis repetições por tratamento e doze peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de uma dieta basal isoenergética e isoprotéica, formulada para atender as exigências nutricionais mínimas sugeridas pelo NRC (1993), com exceção do fósforo. A dieta basal foi suplementada com seis níveis de fosfato monoamônio, resultando em seis dietas experimentais com 0,50; 0,70; 0,90; 1,10; 1,30 e 1,50% de fósforo total.

A composição das dietas experimentais pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição percentual, química e calculada das dietas experimentais (matéria natural)

Table 1 – Percentage and chemical composition and calculated of the experimental diets (as fed)

Ingredientes (%) <i>Ingredients (%)</i>	Níveis de fósforo total (%) <i>Levels of total phosphorus (%)</i>					
	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	66,30	66,30	66,30	66,30	66,30	66,30
Fubá de milho (8,57%) <i>Corn meal</i>	20,67	20,67	20,67	20,67	20,67	20,67
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
Inerte (areia) <i>Inert (sand)</i>	5,00	4,16	3,33	2,49	1,66	0,82
Fosfato monoamônio <i>Monoammonium phosphate</i>	0,25	1,09	1,92	2,76	3,59	4,43
Calcáreo calcítico <i>Limestone</i>	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
DL-Metionina <i>DL – methyonine</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Vitamina C ³ <i>Vitamin C</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vitamínico e mineral ⁴ <i>Vitam. and mineral mix</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal <i>Salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT (antioxidante) <i>BHT (Antioxidant)</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada (<i>Calculated composition</i>)						
Proteína bruta (%) <i>Crude protein, %</i>	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Energia digestível (kcal/kg) ² <i>Digestible energy, Kcal/kg</i>	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Fibra bruta (%) <i>Crude fiber, (%)</i>	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
Extrato Etéreo (%) <i>Ether extract, (%)</i>	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68
Cálcio total (%) <i>Total calcium, (%)</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo total (%) ¹ <i>Total phosphorus, (%)</i>	0,55	0,73	0,94	1,14	1,37	1,59
Metionina + cistina digestível (%) ² <i>Digestible methyonine + cystine (%)</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Lisina digestível (%) ² <i>Digestible lysine (%)</i>	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Treonina digestível (%) ² <i>Digestible threonine (%)</i>	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Triptofano digestível (%) ² <i>Digestible tryptophan (%)</i>	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41

¹Com base nos valores determinados no laboratório DZO/UFV (*Based on laboratory analyses – DZO/UFV*)

²Com base nos valores propostos por Furuya et al. (2000) para milho e farelo de soja (*Based on values proposed by Furuya et al. (2000)*).

³ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo.

⁴ Premix vitamínico comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 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; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108.000 mg; niacina, 24.000 mg; e premix mineral comercial (1 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 3.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

Foram utilizados 36 aquários de polietileno, com capacidade volumétrica de 150 litros, dotados de sistemas individuais de abastecimento de água, aeração e escoamento de fundo.

A água de abastecimento dos aquários foi proveniente do sistema de tratamento de água da Universidade Federal de Viçosa – UFV, previamente declorada e aquecida por resistências elétricas, com temperatura controlada por termostato, sendo mantida a 28°C.

A temperatura da água foi aferida diariamente, as 8 e 17 horas, com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50°C. Os controles do pH e do teor de oxigênio dissolvido na água foram aferidos a cada sete dias, respectivamente, por intermédio de um potenciômetro e oxímetro.

O fotoperíodo foi mantido em 12 horas de luz, por meio de iluminação proveniente de lâmpadas mistas, controlada por *timer* automático.

As dietas experimentais foram peletizadas e fornecidas em seis refeições diárias (8:00; 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 e 18:00 horas), sendo que, em cada refeição, as dietas foram fornecidas em pequenas quantidades que possibilitou a ingestão máxima sem que houvesse perdas.

Foi realizada a limpeza diária dos aquários após a leitura matinal da temperatura da água, por sifonagem, para retirada das fezes.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico: ganho de peso (GP), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência de fósforo (TEFOS), taxa de eficiência protéica (TEP). Foram avaliadas ainda as seguintes características: composição química corporal (teores de umidade, proteína, gordura, cálcio, fósforo e

relação cálcio:fósforo corporais) e taxa de eficiência de retenção de fósforo no ganho de peso (TERF).

Para avaliar o desempenho, os peixes foram pesados, após um jejum de 24 horas, no início e no final do experimento.

O GP foi obtido pela diferença de peso entre os pesos médios final e inicial.

A CAA foi calculada dividindo-se o consumo de ração aparente pelo ganho de peso dos peixes.

Para determinação da TCE, foi empregada a equação abaixo, utilizando-se transformações logarítmicas.

$$TCE = \frac{\ln \text{ peso médio final (g)} - \ln \text{ peso médio inicial (g)}}{\text{tempo de experimento (dias)}} \times 100$$

A TEFOS e TEP foram obtidas por intermédio da divisão entre o ganho de peso médio dos peixes e o respectivo consumo de fósforo e proteína no período experimental.

Para as análises corporais, as tilápias foram anestesiadas, sacrificadas e congeladas no início (20% da quantidade de peixes que foram utilizados no experimento) e no final do experimento todos os peixes da unidade experimental. Estes foram utilizados para determinação da TERF e da composição corporal.

A TERF foi obtida a partir da seguinte equação:

$$TERF = \frac{(P_f \times \% F_f) - (P_i \times \% F_i)}{CR \times \% F}$$

onde:

P_f = peso médio final dos peixes;

F_f = porcentagem média de fósforo corporal final;

P_i = peso médio inicial dos peixes;

F_i = porcentagem média de fósforo corporal inicial;

CR = consumo de ração;

F = porcentagem de fósforo na dieta experimental.

As análises bromatológicas das amostras dos peixes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (LNA/DZO) da Universidade Federal de Viçosa – UFV, conforme procedimentos descritos por Silva (1990).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância e regressão (linear, quadrático ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP)), em nível de 5% de probabilidade, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, com base na significância dos coeficientes de regressão pelo teste F, no coeficiente de determinação, na soma de quadrado dos desvios e no fenômeno em estudo.

Resultados e Discussão

Foram obtidos valores de $28,0 \pm 0,66$ °C para temperatura da água, de $6,8 \pm 0,18$ para pH e de $6,7 \pm 0,1$ mg/L para o oxigênio dissolvido. Valores similares a estes foram citados por Popma & Green (1990) e Kubitza (2000) como adequados para criação desta espécie de peixe.

Os resultados médios do ganho de peso (GP), da taxa de crescimento específico (TCE), do consumo de ração aparente (CRA) e da conversão alimentar aparente de ração (CAA) estão apresentados na Tabela 2.

Não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo da dieta sobre o GP dos animais. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Asgard & Shearer (1997) e Miranda et al. (2000), que avaliando níveis de fósforo digestível em

dietas para salmão e para tilápia do Nilo, respectivamente, também não verificaram variação significativa no GP dos peixes entre os diferentes tratamentos.

Tabela 2- Ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA) e conversão alimentar aparente (CAA) em função do nível de fósforo total da dieta.

Table 2 - Weight gain (WG), specific growth rate (SGR), apparent diet consumption (ADC) and apparent feed/gain ratio (FCR) in function of total phosphorus of diet..

	Níveis de fósforo total (%)						CV(%) ¹
	0,55	0,73	0,94	1,14	1,37	1,59	
PI (g) <i>IW</i>	0,63	0,61	0,62	0,62	0,62	0,61	10,38
PF (g) <i>FW</i>	3,29	3,39	3,48	4,00	3,52	3,48	21,30
GP (g) <i>WG</i>	2,66	2,78	2,86	3,38	2,90	2,87	20,21
TCE <i>SGR</i>	4,16	4,29	4,32	4,59	4,32	4,36	8,95
CRA (g) <i>ADC</i>	5,47	5,53	5,38	6,30	5,57	5,82	16,82
CAA ² <i>FCR</i>	2,05	1,99	1,90	1,90	1,93	2,03	5,96

¹CV – coeficiente de variação (*VC - variation coefficient*)

²Efeito quadrático (*Quadratic effect*): (P<0,05)

De forma contrária, Satoh & Borlongan (2001) e Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001) observaram aumento linear no ganho de peso de juvenis de milkfish e *gilthead sea bream*, respectivamente, em função da elevação dos níveis de fósforo da dieta.

Apesar de não ter variado significativamente, foi observada uma melhora gradativa de até 21,30% no GP dos animais entre os níveis de 0,55 a 1,14% de fósforo. A falta de diferença estatística significativa entre estes valores pode ser justificado pelo alto valor do coeficiente de variação obtido para esta variável.

Os níveis de fósforo da dieta não influenciaram (P>0,05) a taxa de crescimento específico (TCE). De forma semelhante, Haylor et al. (1988) e Oliva-Teles &

Pimentel-Rodrigues (2004) estudando níveis de fósforo em dietas purificadas respectivamente, para alevino de tilápia do Nilo e juvenis de European *sea bass*, não encontraram diferenças significativas para a TCE.

Em contrapartida, estes resultados diferem dos encontrados por Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001), em juvenis *gilthead sea bream*, e por Roy & Lall (2003), em *haddock*, que observaram efeito significativo do nível de fósforo da dieta sobre a TCE dos animais.

As médias dos valores da TCE obtidos no presente trabalho foram superiores as obtidas por Haylor et al. (1988), que utilizaram dietas purificadas para alevinos de tilápia do Nilo. A utilização de dietas purificadas, que normalmente apresentam baixa palatabilidade, pode proporcionar taxas de crescimento inferiores às usualmente obtidas com dietas práticas, podendo, desta forma, influenciar nos resultados obtidos.

Com relação ao consumo de ração aparente (CRA), não se observou variação ($P>0,05$) nos seus valores à medida que se elevou o nível de fósforo das dietas. Com este resultado ficou evidenciado que o CRA não é um parâmetro adequado para se utilizar na determinação da exigência de fósforo para alevino desta espécie.

Foi observado efeito ($P<0,05$) dos níveis de fósforo na dieta sobre a conversão alimentar aparente, que melhorou até o nível estimado de 1,10% de fósforo (Figura 1).

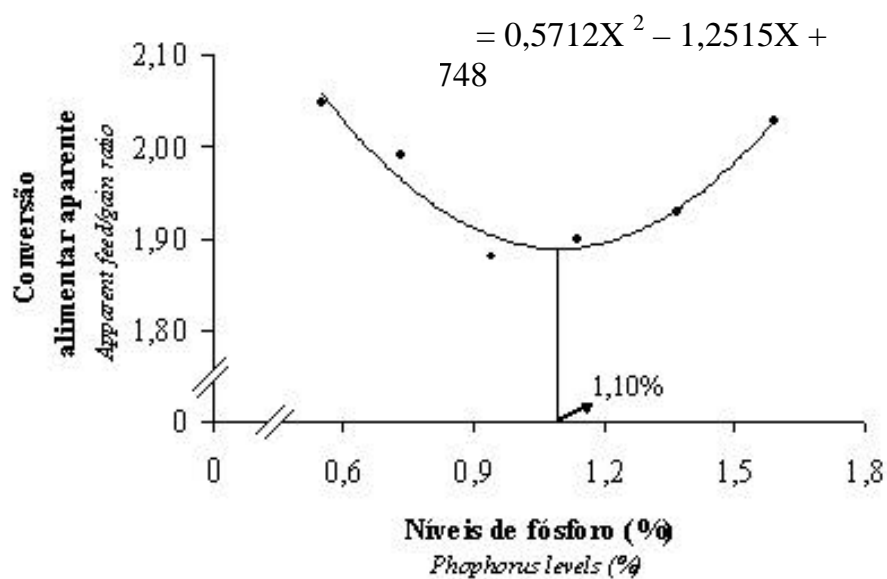


Figura 1- Representação gráfica da conversão alimentar aparente em função do nível de fósforo da dieta

Figure 1- Graphic representation of apparent feed/gain ratio in function of diet phosphorus level

O nível de 1,10% de fósforo que proporcionou o melhor resultado de CAA neste estudo ficou acima dos valores de 0,90% encontrado por Watanabe et al. (1980) e de 0,80% obtido por Signor et al. (2004) para tilápia do Nilo, utilizando dietas práticas, e do valor de 0,50% obtido por Robinson et al. (1987) e Haylor et al. (1988) utilizando dietas purificadas.

Os resultados médios da taxa de eficiência de retenção fósforo (TERFOS), da taxa de eficiência de fósforo (TEFOS) e da taxa de eficiência de protéica (TEP) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de eficiência de retenção de fósforo (TERFOS), taxa de eficiência de fósforo (TEFOS) e taxa de eficiência de protéica (TEP) em função do nível de fósforo total da dieta.

Table 3 - Rate of efficiency of phosphorus retention (REPR), rate of phosphorus efficiency (PER) and rate of protein efficiency (RPE) in function of the level of total phosphorus of the diet.

	Níveis de fósforo total (%)						CV(%)
	Levels of total phosphorus (%)						
	0,55	0,73	0,94	1,14	1,37	1,59	
TERFOS (%) ¹	26,06	22,52	17,24	15,14	11,87	9,85	14,80
REPR							
TEFOS (g/g) ²	91,95	69,85	58,08	47,71	38,74	31,78	5,80
RPE							
TEP (g/g) ³	1,52	1,57	1,66	1,66	1,62	1,54	6,25
PER							

CV – coeficiente de variação (VC - variation coefficient)

¹ Efeito linear (Linear effect): (P<0,05)

² Efeito linear (Linear effect): (P<0,05)

³ Efeito quadrático (Quadratic effect): (P<0,05)

A TERFOS e a TEFOS diminuíram de forma linear (P<0,05) à medida que se elevou os níveis de fósforo na dieta segundo as equações, respectivamente, $y = 28,6906 - 3,0060X$ $r^2 = 0,97$ e $y = 123,4800 - 7,8813X$ $r^2 = 0,94$. Com este resultado ficou evidenciado haver uma diminuição da eficiência de retenção corporal e da eficiência deste mineral para o ganho de peso devido ao aumento da quantidade de fósforo consumida.

Este resultado é semelhante ao encontrado por Miranda et al. (2000), que estudando níveis de fósforo para tilápia do Nilo observaram que a retenção de fósforo diminuiu à medida que se elevou o nível de fósforo da dieta.

Porém, resultado diferente foi encontrado por Haylor et al. (1988), que aumento na retenção de fósforo em tilápia do Nilo com o aumento do conteúdo de fósforo da ração, independente do nível de cálcio. Entretanto, Nakamura (1982) observou relação linear positiva entre retenção de fósforo em carpas com o aumento do conteúdo de fósforo da ração, quando a concentração de cálcio foi de 0,70%, porém diminuiu quando este foi de 1,00%. Portanto, o teor de cálcio da dieta pode

afetar a taxa de eficiência de retenção de fósforo, sugerindo que níveis elevados de cálcio na ração pode promover efeito inibitório sobre a absorção e/ou retenção de fósforo.

Os níveis de fósforo da dieta teve efeito ($P < 0,05$) sobre TEP, que melhorou até o nível estimado de 1,10% de fósforo (Figura 2).

O nível de fósforo que resultou em melhor TEP neste estudo ficou acima dos níveis de 0,65% e 0,75% obtidos respectivamente por Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004), em *European sea bass*, e por Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001), em *gilthead sea bream*.

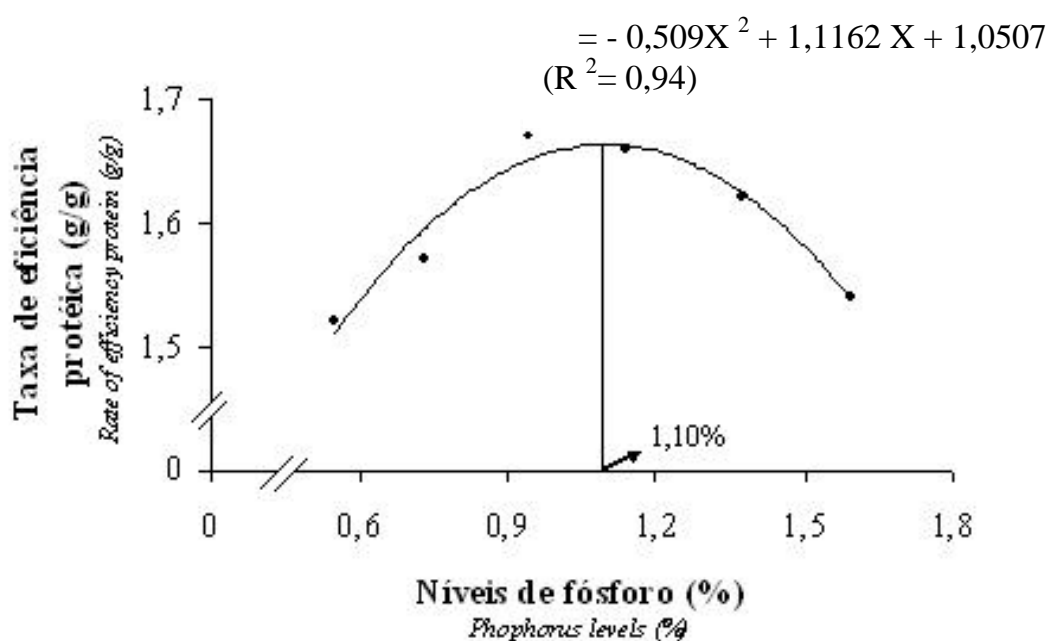


Figura 2- Representação gráfica da taxa de eficiência protéica em função do nível de fósforo da dieta

Figure 2- Graphic representation of Rate of efficiency of protein in function of diet phosphorus level

Os valores médios da composição corporal dos peixes estão apresentados na Tabela 4.

Para os teores corporais de umidade, proteína, gordura, fósforo, cálcio e relação cálcio:fósforo não foram observada diferença significativa ($P < 0,05$) à medida que se elevou o nível de fósforo das dietas.

Corroborando esse resultado, Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001) não encontraram diferença significativa no conteúdo de umidade, proteína, fósforo, cálcio e gordura da carcaça de juvenis de *gilthead sea bass*. Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004), para juvenil *European sea bass*, e Coloso et al. (2003), para truta arco-íris, alimentados com dietas com diferentes níveis de fósforo também não encontraram diferença significativa na composição corporal da carcaça.

Tabela 4– Composição corporal em função do nível de fósforo total da dieta.
Table 4 -Corporal composition in function of the level of total phosphorus of the diet.

	Níveis de fósforo total (%)						CV(%)	CPI ¹
	0,55	0,73	0,94	1,14	1,37	1,59		
Umidade (%) <i>Humidity</i>	72,64	73,81	72,94	73,71	73,97	73,14	8,11	80,01
Proteína (%) <i>Protein</i>	12,37	12,56	12,63	12,54	12,87	12,34	7,79	11,42
Gordura (%) <i>Fat</i>	11,50	9,89	11,19	10,48	9,96	11,02	10,26	4,12
Fósforo (%) <i>Phosphorus</i>	0,32	0,35	0,33	0,34	0,34	0,34	9,56	0,48
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,56	0,59	0,59	0,61	0,61	0,60	11,20	0,82
Rel. Ca/Ps <i>Ca/P Ratio</i>	1,74	1,69	1,78	1,80	1,80	1,78	8,03	1,71

CV – coeficiente de variação (*VC - variation coefficient*)

¹Composição corporal inicial (*Initial corporal composition*)

Em outros estudos, entretanto, uma correlação positiva entre o conteúdo de fósforo da carcaça e o nível de fósforo da dieta foi obtida (Ogino & Takeda, 1978; Vielma & Lall, 1998; Borlongan & Satoh, 2001), sendo que o conteúdo de fósforo corporal foi significativamente menor quando os peixes foram alimentados com dieta deficiente em fósforo por um longo período experimental.

Em alguns trabalhos, o aumento no teor de fósforo da dieta resultou em redução do conteúdo de gordura da carcaça e aumento de teor de umidade (Takeuchi & Nakazoe, 1981; Vielma et al., 2002; Roy & Lall, 2003). Esses autores especularam que a deficiência de fósforo na dieta pode provocar a inibição da β -oxidação dos ácidos graxos, o que aumenta a acumulação de gordura corporal.

As pesquisas realizadas para determinação dos valores de exigência de fósforo para tilápia do Nilo são muito discrepantes, variando de 0,50 a 0,90% (Watanabe et al., 1980; Viola et al., 1986; Robinson et al., 1987; Haylor et al., 1988; NRC, 1993 e Signor et al., 2004). Essa variação pode estar relacionada com a fase de desenvolvimento dos peixes utilizados nos experimentos, sendo que as exigências dos animais podem variar nos diferentes estádios de vida.

Outros fatores como temperatura da água, as linhagens dos animais utilizados nos experimentos e o critério de resposta utilizado para definir o nível de fósforo da dieta podem influenciar na determinação da exigência. Além disso, o modelo estatístico adotado também pode proporcionar variação entre os valores obtidos de exigência de fósforo, sendo que, a maior parte das pesquisas, como as conduzidas por Haylor et al. (1988) e Signor et al. (2004) utilizaram testes de média para determinar a variação obtida nas variáveis avaliadas. Ao contrário, no presente trabalho utilizou-se às análises de regressão.

Conclusão

A exigência de fósforo total para alevinos de tilápia do Nilo é de 1,10% por proporcionar a melhor resposta na conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica.

Literatura Citada

- ASGARD, T.; SHEARER, K. D. Dietary phosphorus requirement of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. **Aquaculture Nutrition**, 3:17 – 23-1997.
- BORLONGAN, I. J.; SATOH, S. Dietary phosphorus requirement of juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal). **Aquaculture Research**, 32 26-32. 2001.
- COLOSO, R.M.; KING, K.; FIETCHER, J.W.; HENDRIX, M. A. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. **Aquaculture**, 144:227-237, 2003.
- ENGLISH, W.R.; SCHWEDLER, T.E.; DYCK, L.A. Aphanizomenon flos-queae, a toxic blue green alga in commercial channel catfish, *Ictalurus punctatus*, ponds: a case history. **Journal of Applied Aquaculture**, 3:195-209. 1993.
- 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 da proteína ideal em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, 2000. 69p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, 2000.
- HAYLOR, G. S.; BEVERIDGE, M.C.M.; JAUNCEY, K. Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*. In: Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K. (Eds) et al. The second international symposium on tilapia in aquaculture. Bangkok and ICLARM: Department of fisheries, Manila, **Proceedings...** p. 341-345. 1988.
- HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, 22:73-87, 1995.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e produção comercial**. Ed. Divisão de biblioteca e documentação da USP. Jundiaí. Ano. 285p., 2000.
- MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E. et al. Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia** 29 (6): 2162-2171, (suplemento 2) 2000.
- NAKAMURA, Y. Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 48:409-13, 1982.
- NRC - National Research Council - **Nutritional Requirements of fishes**. Washington: Academic Press. 114p.,1993.
- OGINO, C.; TAKEDA H. Requirements of rainbow trout for dietary calcium and phosphorus. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 44:1019-1022. 1978.
- OLIVA-TELES, A. M.; PIMENTEL-RODRIGUES, A. Phosphorus requirement of sea bass. **Aquaculture Research** 35 636-642. 2004.

- PIMENTEL-RODRIGUES, A; OLIVA-TELES, A. M.. Phosphorus requirement of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquaculture Research** 32 157-161. 2001.
- POPMA, T.J.; GREN, B. W. **Sex reversal of tilapia in earthen ponds**. Aquaculture production manual. Alabama: Auburn University, Alabama Research and Development. Series 35. 15 p. 1990.
- ROBINSON, E.H.; LABOMASCUS, D.; BROWN, P.B. et. al. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium- free water. **Aquaculture**, 64: 267-279. 1987.
- ROY, P.K.; LALL, S. P. Dietary phosphorus requirements of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). **Aquaculture**, 221. 451-468. 2003.
- SATOH, S. & BORLONGAN, I. G. Dietary phosphorus requirements of juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal). **Aquaculture Research** 32 26-32. 2001.
- SIGNOR, A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A.; GENTELINI, A.L.; SOUZA, B.E.. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo.In: XLI Reunião Anual da SBZ, Campo Grande, MS, **Anais ...**Campo Grande, 2004.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 165p, 1990.
- SIMKISS. **Calcium metabolism of fish in relation to ageing**. In: T. B. Bagelal (Editor), *The Ageing of Fish*. Unwin Brothers, Ltd., Surrey, Great Britain, 234 pp., 1974.
- TAKEUCHI, M.; NAKAZOE J. Effect of dietary phosphorus on lipid content and its composition in carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 47:347-52, 1981.
- VAN DER PLOEG, M.; BOYD, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn,Alabama. **Journal World Aquaculture Society**, 22:207-216. 1991.
- VAN DER PLOEG, M.; TUCKER, C.S. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, from commercial ponds in Mississippi. **Journal of Applied Aquaculture**, 3:121-140, 1994.
- VIELMA, J.; LALL, S. P. Phosphorus utilization by Atlantic salmon (*Salmo sala*) reared in freshwater is not influenced by higher dietary calcium intake. **Aquaculture**, 160: 117-128, 1998.
- VIELMA, J.; KOSKEIA J.; RUOHONEN K. Growth, bone mineralization, and heat and low oxygen tolerance in European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) fed with graded levels of phosphorus. **Aquaculture**, 212: 321-333, 2002.
- VIOLA, S., ZOHAR. G., ARIELE, Y. Requirements of phosphorus and its availability from differents sources for intensive pond culture species in Israel. Part II- carp culture **Bamidgeh**, 38:44-54. 1986.
- WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.; MURUKAMI , A. et al.. The availability to *Oreochromis niloticus* of phosphorus in white fish meal. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**. 46: 897-900.1980.

WATANABE, T. **Fish nutrition and maniculture**. Jica Textbook. The General Aquaculture Course, 233p. 1988.

WILSON, R. P.; ROBINSON E. H.; GATLIN D. M. III et al. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. **Journal Nutrition**, 112, p. 1197-1292, 1982.