

# Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de reversão de sexo

Wilson Massamitu Furuya<sup>1\*</sup>, Patrícia Ribeiro Neves<sup>1</sup>, Lilian Carolina Rosa Silva<sup>1</sup>, Daniele Botaro<sup>1</sup>, Carmino Hayashi<sup>2</sup> e Eduardo Shiguero Sakaguti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: wmfuruya@uem.br

**RESUMO.** Este trabalho foi realizado para avaliar a influência de níveis de fitase sobre o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no período de reversão de sexo. Foram utilizadas 1000 larvas de tilápia do Nilo com peso inicial  $0,02 \pm 0,002$ g, alimentadas com rações contendo 0; 500; 1000; 2000 e 4000 unidades de fitase (UF)/kg, durante 31 dias. A ração referência continha 3143 kcal de energia digestível/kg, 30% de proteína bruta e 0,85 e 0,35% de fósforo (P) total e disponível, respectivamente. Não foram observados efeitos ( $P > 0,05$ ) dos valores de inclusão de fitase sobre o ganho de peso e taxa de sobrevivência. O aumento nos níveis de fitase nas rações elevou linearmente ( $P < 0,05$ ) a retenção de cálcio na carcaça. Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) das rações suplementadas com fitase sobre a retenção de fósforo na carcaça, estimando-se o valor de 1990 UF/kg para maior valor desta variável. Os resultados deste trabalho indicam que o nível de 1990 unidades fitase/kg de ração proporciona máxima retenção de fósforo na carcaça da tilápia do Nilo durante o período de reversão de sexo.

**Palavras-chave:** desempenho, fitase, *Oreochromis niloticus*, retenção de P, reversão sexual.

**ABSTRACT. Phytase as feeding for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), during sex reversion period.** This work was carried out to examine the influence of dietary levels of phytase on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) performance during the sex reversion period. Were used 1,000 fries of Nile tilapia with initial weight  $0.02 \pm 0.002$ g, fed with diets containing 0; 500; 1000; 2000 and 4000 phytase units (PU)/kg of diet 31 days. The reference diet provided 3,143 kcal of digestible energy/kg, 30% of crude protein and 0,85 and 0,35% of total and disponible phosphorus (P), respectively. No effects ( $P > 0.05$ ) were observed of phytase inclusion on weight gain and survival rate. Dietary phytase levels increase linearly ( $P < 0.05$ ) the calcium retention in the carcass. There was observed quadratic effect ( $P < 0.05$ ) of dietary phytase supplementation on P retention in the carcass, estimated the values of 1,990 PU/kg for the highest value for this variable. The results of this work indicate that a dietary level of 1,990 of PU provide maximal P retention in the carcass of Nile tilapia, during sex reversal period.

**Key words:** performance, phytase, *Oreochromis niloticus*, phosphorus retention, sex reversal

## Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada uma das espécies mais promissoras para a piscicultura, pelo rápido crescimento em sistema intensivo, pela facilidade de obtenção de larvas, pela rusticidade e pelo hábito alimentar onívoro. Sua carne possui boas características organolépticas e seu filé não apresenta espinhos intramusculares em “Y”.

Com o aumento na produtividade a criação de espécies de alta produtividade e rápido crescimento tem sido uma necessidade, requerendo a utilização de rações completas, pois o alimento natural não é capaz de atender as exigências dos peixes criados em condições intensivas. As rações comerciais para tilápias possuem de 25 a 40% de proteína bruta, o que implica em elevada participação de ingredientes

protéicos, que correspondem a mais de 50% de seu custo total de produção (Pezzato *et al.*, 2000).

Com a crescente pressão sobre a necessidade de reduzir a poluição ambiental, têm-se priorizado as pesquisas para minimizar as excreções de nitrogênio (N) e fósforo (P) pelos peixes. Esses nutrientes são os principais responsáveis pela eutrofização do ambiente aquático, principalmente nas criações intensivas, que utilizam exclusivamente rações balanceadas (Castagnolli, 1981; Cyrino *et al.*, 1998).

Para reduzir os custos com a alimentação, diversos trabalhos foram realizados nas décadas de 80 e 90 com o objetivo de substituir a proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja. Cerca de 70% do fósforo dos ingredientes de origem vegetal utilizado em rações para peixes encontra-se

na forma de fósforo fítico, que não está disponível, sendo importantes os estudos sobre a utilização de fitase exógena, que melhora a disponibilidade do fósforo e também dos aminoácidos (McCuaig *et al.*, 1972), havendo, portanto, possibilidade de redução nos teores desses nutrientes na ração, o que é ambientalmente desejável para permitir a criação sustentável de peixes (Storebakken *et al.*, 1998).

O maior ganho de peso da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi obtido por Rodehutsord e Pfeffer (1995) com suplementação de 1000 UF (unidades de fitase)/kg de ração, em relação à ração sem a suplementação de fitase. Valores próximos foram encontrados por Lanari *et al.* (1998) e Vielma *et al.* (1998) para essa mesma espécie, para máximo ganho de peso, retenção de minerais na carcaça e adequada disponibilidade dos macrominerais, de 1000 e 1500 UF/kg, respectivamente.

Em trabalho realizado com rações elaboradas com base em proteína do farelo de soja e suplementadas com 0, 1000 e 2000 UF/kg para juvenis de “seabass” (*Dicentrarchus labrax*), Oliva-Teles *et al.* (1998) não observaram diferenças no peso final dos peixes, ainda que o peso dos peixes que receberam a ração suplementada com 2000 UF/kg tenha sido 7,7% superior ao dos que foram alimentados com a ração sem enzima. Avaliando rações com inclusão de 600, 1200 e 2400 UF/kg para alevinos de “striped bass” (*Morone saxatilis*), Hughes e Soares (1998) observaram que a inclusão de 2400 UF/kg melhorou a retenção de minerais nos ossos e aumentou a concentração de fósforo sérico.

Para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), Jackson *et al.* (1996), em estudo avaliando a inclusão de 0; 500; 1000, 2000 e 4000 UF/kg de ração, concluíram que a utilização de 500 UF/kg foi suficiente para permitir adequado desempenho e deposição de fósforo nos ossos. Furuya *et al.* (2001a), em trabalho realizado com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de 9 a 40g de peso vivo, avaliaram a inclusão de 0; 500; 1500 e 3000 UF/kg de ração. Além do melhor desempenho, os autores observaram que os peixes que receberam a ração com 500 UF/kg apresentaram maior retenção de minerais (cálcio, fósforo, ferro, zinco e magnésio).

Atualmente, é utilizada a criação monossexo de machos de tilápias para minimizar problemas com a reprodução e competição pelo alimento nos tanques de engorda. O método mais empregado para obtenção de populações monossexo é a reversão sexual das larvas através do fornecimento de ração com hormônio masculinizante (Guilherme *et al.*, 1992). No período de reversão de sexo utiliza-se elevada densidade, que pode comprometer a qualidade da água e, conseqüentemente, o desempenho dos peixes.

Poucas são as informações sobre a utilização de fitase em rações para peixes tropicais. A adição dessa enzima pode permitir a maior inclusão dos

ingredientes de origem vegetal e reduzir a inclusão de fontes inorgânicas de P. Esse nutriente é um dos principais responsáveis pela eutrofização, necessitando medidas para reduzir sua concentração no meio aquático, que pode ser obtida pela melhor utilização do P fítico pelos peixes.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de rações suplementadas com 0; 500; 1000; 2000 e 4000 unidades de fitase/kg para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de reversão de sexo, sobre o desempenho e retenção de minerais (cálcio e fósforo) na carcaça.

## Material e métodos

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Aqüicultura, da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, durante o período de 08/10 a 07/11/2001.

Foram utilizados 1000 larvas com peso vivo inicial médio de  $0,02 \pm 0,002$ g, distribuídas em 20 tanques-rede (120 litros cada) em um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0; 500; 1000 ; 2000 e 4000 UF/kg de ração) e quatro repetições com 50 larvas por unidade experimental. Em cada tanque-rede foi mantido um sistema de aeração contínuo através de pedra porosa acoplada a um soprador central. Foi mantida renovação diária de 10% da água.

Foi utilizada ração referência com cerca de 3143 kcal de energia digestível e 30% de proteína bruta, atendendo as exigências de proteína bruta e a relação energia/proteína determinada por Furuya *et al.* (1996) (Tabela 1).

Os ingredientes (milho, farelo de trigo, farelo de arroz, farelo de soja, e farinha de peixe) foram moídos em moinho martelo até diâmetro  $\leq 0,36$  mm. Parte da ração de cada tratamento foi mantida na forma farelada para ser fornecida do 1º ao 14º dia e, o restante, foi aglutinado em prensa manual para ser fornecida do 15º ao 30º dia. Para aglutinação, adicionou-se água na proporção de 30% do peso seco de cada ração e, em seguida, a ração foi desidratada em estufa de ventilação forçada (50°C) durante 18h. Os grânulos foram desintegrados, selecionando-se em peneira de metal (tyler 28) os que apresentaram diâmetro entre 0,6mm e 0,36mm.

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada da ração referência.

Ingrediente (%)	%
Milho	6,98
Farelo de arroz	20,00
Farelo de trigo	11,00
Farelo de soja	52,00
Farinha de peixe	5,40
Fosfato bicálcico	0,50
Óleo de soja	3,00
Supl. mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,50
Vitamina C <sup>2</sup>	0,10
Sal comum	0,50
BHT <sup>3</sup>	0,02

Total	100,00	
Composição calculada (base na matéria seca)		
	Unidade	Valor
Matéria seca <sup>4</sup>	%	93,09
Energia digestível <sup>4</sup>	kcal/kg	3143,00
Proteína bruta <sup>4</sup>	%	30,27
Fibra bruta <sup>4</sup>	%	7,15
Extrato etéreo <sup>4</sup>	%	5,24
Cálcio <sup>4</sup>	%	0,85
Fósforo total <sup>5</sup>	%	0,85
Fósforo disponível <sup>5</sup>	%	0,35

<sup>1</sup> Suplemento mineral e vitamínico (Supremais): composição por kg do produto: Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000mg; vit. K3 = 2.400mg; vit. B1 = 4.800mg; vit. B2 = 4.800mg; vit. B6 = 4.000mg; vit. B12 = 4.800mg; ác. fólico = 1.200mg; pantotenato de Ca = 12.000mg; vit. C = 48.000mg; biotina = 48mg; colina = 65.000mg; ácido nicotínico = 24.000mg; Fe = 10.000mg; Cu = 600mg; Mn = 4.000mg; Zn = 6.000mg; I = 20mg; Co = 2mg e Se = 20mg; <sup>2</sup> Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico com (42% de princípio ativo). <sup>3</sup> Butil Hidróxi Tolueno. <sup>4</sup> Valores calculados de acordo Furuya *et al.* (2001b). <sup>5</sup> Valores calculados de acordo com Leeson (1999).

O arraçoamento foi realizado manualmente até saciedade aparente, quatro vezes ao dia, às 8, 12, 14, 17h. A ração farelada, foi adicionada água na proporção de 50% do seu peso seco, para fornecimento às larvas.

A adição da enzima fitase (BASF-Natuphos 5000®) e a elaboração das rações foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Furuya *et al.* (2001b). Ao início do experimento, 55 larvas foram pesadas individualmente em balança analítica (0,0001 g), sendo a média e o desvio padrão dos mesmos utilizados como padrão inicial para todos os tratamentos. Ao final do experimento todos os peixes foram pesados em balança digital (0,01g) e medidos em seu comprimento total através de paquímetro (0,01cm).

Todos os peixes de cada unidade experimental foram utilizados para determinação dos teores de matéria seca, cálcio e fósforo da carcaça, após pesagem final dos mesmos. As análises de matéria seca, cálcio e fósforo da carcaça inteira foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Silva (1990).

Os parâmetros de oxigênio dissolvido (mg/litro), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e pH da água de cada unidade experimental foram tomados a cada sete dias. A temperatura da água foi aferida diariamente (8 e 18h). Essas medidas foram determinadas através de "kit" digital portátil.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial através do programa Saeg - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Universidade Federal de Viçosa, 1982). Os dados de sobrevivência, para análise estatística, foram transformados pela expressão  $y = \arcsen \sqrt{x/100}$ , sendo  $x$  o valor da variável em porcentagem.

## Resultados e discussão

Foram obtidos valores médios de  $25,88 \pm 1,46^\circ\text{C}$ ;  $4,28 \pm 0,33\text{mg}/\text{L}$ ;  $7,37 \pm 0,04$ ;  $23,75 \pm 5,5 \mu\text{S}/\text{cm}$ , para temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade da água dos tanques, respectivamente.

Os parâmetros permaneceram dentro da faixa recomendada por Popma e Green (1990) para máximo desempenho das tilápias.

Durante todo o período experimental foi observada a transparência total da água, obtida pela baixa presença de luz nas caixas, que foram cobertas com sombrite (70%) para reduzir a possibilidade de eutrofização. Além disso, as sobras de ração foram sifonadas diariamente (8 e 17h) para evitar o acúmulo de matéria orgânica oriunda das sobras de ração e fezes.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de desempenho produtivo da tilápia do Nilo, durante o período de reversão de sexo, em função dos teores de inclusão de fitase nas rações.

**Tabela 2.** Valores médios de desempenho da tilápia do Nilo, durante a reversão sexual, alimentada rações com níveis crescentes de fitase.

Variável	Fitase (UF/kg de ração)					CV (%)
	0	500	1000	2000	4000	
Peso inicial (g)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	10,00
Peso final (g)	0,42	0,48	0,42	0,54	0,49	12,42
Ganho de peso (%)	2000,00	2300,00	2000,00	2600,00	2350,00	12,82
Comprimento total (cm)	3,02	3,02	2,83	3,15	3,05	3,96
Sobrevivência (%)	76,50	70,00	72,00	67,00	77,50	12,57

CV = Coeficiente de variação

Não foram observados efeitos ( $P > 0,05$ ) da utilização de rações com diferentes teores de inclusão de fitase sobre as variáveis de desempenho. Ainda que o ganho de peso dos peixes que receberam a ração com 2000 UF/kg de ração tenha sido cerca de 30% superior em relação ao dos peixes que foram alimentados com a ração sem a suplementação de fitase, o fato de não ter sido observado diferença, provavelmente, está relacionado com a elevada variação dos dados entre os tratamentos, concordando com os resultados obtidos por Oliva-Teles *et al.* (1998) em trabalho realizado com rações elaboradas com base em proteína do farelo de soja suplementadas com 0, 1000 e 2000 UF/kg para juvenis de "seabass".

Os resultados obtidos no presente estudo para o desempenho diferem também dos resultados encontrados por Lanari *et al.* (1998) e Vielma *et al.* (1998), em trabalhos realizados com a truta arco-íris, que obtiveram melhor desempenho dos peixes que receberam rações contendo 1000 e 1500 UF/kg de ração, respectivamente. Difere também do resultado encontrado por Rodehutsord e Pfeffer (1995), em trabalho realizado com essa mesma espécie, que obtiveram maior ganho de peso dos peixes que receberam a ração suplementada com 1000 UF/kg.

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios de cálcio e fósforo na carcaça da tilápia do Nilo alimentadas com rações com diferentes níveis de fitase, durante a reversão de sexo.

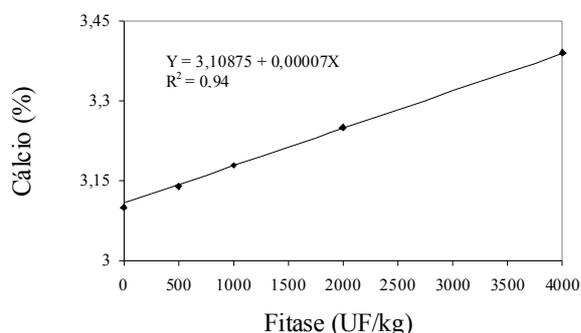
**Tabela 3.** Valores médios de cálcio e fósforo na carcaça da tilápia

do Nilo, durante a reversão sexual, alimentada com rações com níveis crescentes de fitase.

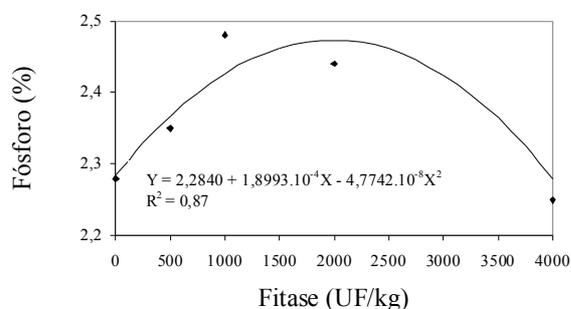
Variável	Fitase (UFA/kg de ração)					CV (%) <sup>1</sup>
	0	500	1000	2000	4000	
Cálcio (%) <sup>2</sup>	3,10	3,14	3,18	3,25	3,39	3,52
Fósforo (%) <sup>3</sup>	2,28	2,37	2,43	2,47	2,28	4,21

<sup>1</sup> CV = Coeficiente de variação; <sup>2</sup> Efeito linear (P<0,05): (Y = 3,10875 + 0,00007X; R<sup>2</sup> = 0,94); <sup>3</sup> Efeito quadrático (P<0,05): (Y = 2,2840 + 1,8993.10<sup>-4</sup>X - 4,7742.10<sup>-8</sup>X<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 0,87).

A adição de fitase nas dietas promoveu aumento linear (P<0,05) sobre a porcentagem de cálcio na carcaça (Figura 1). Foi observado efeito quadrático (P<0,05) dos níveis de fitase sobre a porcentagem de fósforo na carcaça, estimando-se em 1990 UF/kg o nível que proporcionou maior porcentagem de retenção fósforo na carcaça (Figura 2).



**Figura 1.** Porcentagem de cálcio na carcaça da tilápia do Nilo, alimentada com rações com níveis crescentes de fitase (UF = unidades de fitase), durante a reversão de sexo.



**Figura 2.** Porcentagem de fósforo na carcaça da tilápia do Nilo, alimentada com rações com níveis crescentes de fitase (UF = unidades de fitase), durante a reversão de sexo.

A maior taxa de retenção de minerais na carcaça com a utilização de fitase também foi observada por Jackson *et al.* (1996), avaliando rações com 0; 500; 1000; 2000 e 4000 UF/kg de ração para juvenis de bagre do canal. Nesse estudo os autores concluíram que 500 UF/kg de ração foi suficiente para máximo ganho de peso e retenção de fósforo nos ossos. Furuya *et al.* (2001a) também observaram que a utilização de 500 UF/kg proporcionou a maior retenção de minerais nos ossos de juvenis de tilápia do Nilo.

Hughes e Soares (1998) observaram melhor

retenção de minerais nos ossos e máxima concentração de fósforo sérico pelos alevinos que receberam a ração com 2400 UF/kg. De acordo com esses autores, o elevado valor de inclusão de fitase na ração foi obtido pelo efeito negativo do processo de extrusão da ração sobre a atividade da fitase. No presente estudo, a maior suplementação de fitase para máxima retenção de fósforo pode estar relacionada com o tipo de ração, uma vez que foi utilizada ração farelada do 1º ao 14º dia de experimento, o que provavelmente resultou em elevada taxa de lixiviação da enzima.

Os peixes que receberam a ração com 4000 UF/kg apresentaram menor porcentagem de fósforo na carcaça em relação aos peixes que foram alimentados com as rações contendo 500, 1000 e 2000 UF/kg. Isso provavelmente ocorreu devido a competição pelo sítio de ligação da fitase, diminuindo assim a atividade da enzima (McCuaig *et al.*, 1972).

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a suplementação de aproximadamente 2000 unidades de fitase/kg de ração melhora a retenção de fósforo na carcaça da tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual.

A adição de fitase em rações formuladas a base de ingredientes de origem vegetal para a tilápia do Nilo, no período de reversão de sexo não melhorou o ganho de peso e a taxa de sobrevivência. A maior taxa de retenção do fósforo foi obtida com a utilização de 1990 unidades de fitase/kg de ração.

## Referências

- CASTAGNOLLI, N. Nutrição de peixes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2, 1981, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: SUDEPE, 1981. p.31-52.
- CYRINO, J.E.P. *et al.* Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10, 1998, Recife. *Anais...* Recife: ABRAq, 1998. p.433-409.
- FURUYA, W.M. *et al.* Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. *Revista Unimar*, Maringá, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, W.M. *et al.* Fitase na Alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.): Desempenho e digestibilidade. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.3, p.924-929, 2001a.
- FURUYA, W.M. *et al.* Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (Linhagem Tailandesa). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.2, p.465-469, 2001b.
- GUILHERME, L.C. *et al.* Efeitos da mesterolona (17  $\beta$ -hidróxi-1  $\alpha$ -metil-5  $\alpha$ -androstano-3-ona) na inversão do sexo em *Oreochromis niloticus*. *Cienc. Prat.*, Lavras, v.6, p.535-546, 1992.
- HUGHES, K.P.; SOARES, J.H. Efficacy of phytase on

- phosphorus utilization in practical diets fed to striped bass *Morone saxatilis*. *Aquacult. Nutr.*, Oxford, v.4, p.133-140, 1998.
- JACKSON, L.S. *et al.* Use of microbial phytase in channel catfish *Ictalurus punctatus* diets to improve utilization of phytate phosphorus. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, v.7, n.3, p.309-313, 1996.
- LANARI, D. *et al.* Use of nonlinear regression to evaluate the effects of phytase enzyme treatment of plant protein diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.161, p.345-356, 1998.
- LEESON, S. Enzimas para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. 1999, Campinas. *Anais...* Campinas:FACTA, 1999. p.173-185.
- MCCUAIG, L.W. *et al.* Intestinal alkaline phosphatase and phytase of chicks: effect of dietary magnesium, calcium, phosphorus and thyroactive casein. *Poult. Sci.*, Savoy, v.51, p.526-530, 1972.
- OLIVA-TELES, A. *et al.* Utilisation of diets supplemented with microbial phytase by seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquat. Living Res.*, Paris, v.11, n.4, p.255-259, 1998.
- PEZZATO, L.E. *et al.* Relación energía/proteína en la nutrición de alevinos de piaucú (*Leporinus macrocephalus*). *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v.1, p.2-6, 2000.
- POPMA, T.J.; GREEN, B.W. *Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Aquaculture production manual*. Alabama: Auburn University, Alabama Research and Development. Series 35, 15p. 1990.
- RODEHUTSCORD, M.; PFEFFER, E. Effects of supplemental microbial phytase on phosphorus digestibility and utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Water Sci. Technol.*, Kidlington, v.31, n.10, p.143-147, 1995.
- SILVA, S.S. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 2. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1990.
- STOREBAKKEN, K.D. *et al.* Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy protein concentrate and phytase treated soy protein based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.161, n.1-4, p.365-379, 1998.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de Dados - UFV - CPD. Saeg - *Sistema para análise estatística e genética*. Viçosa:UFV. 1982. 59p.
- VIELMA, J. *et al.* Effects of dietary phytase and cholecalciferol on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.63, n.3/4, p.309-323, 1998.

Received on August 18, 2003.

Accepted on September 20, 2004.