

# NÍVEIS DE PROTEÍNA E FITASE EM RAÇÕES DE TERMINAÇÃO PARA A TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Wilson Massamitu Furuya  
Vivian Gomes dos Santos  
Daniele Botaro  
Carmino Hayashi  
Lilian Carolina Rosa Silva

FURUYA<sup>1</sup>, W.M.; SANTOS<sup>2</sup>, V.G.; BOTARO<sup>3</sup>, D.; HAYASHI<sup>4</sup>, C.; SILVA<sup>3</sup>, L.C.R. Níveis de proteína e fitase em rações de terminação para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p.11-17, 2005

**RESUMO** :Este trabalho foi realizado para avaliar rações com dois níveis de proteína bruta (PB) sem e com suplementação de fitase, sobre o desempenho da tilápia do Nilo na terminação, e teve duração de 74 dias. Foram utilizados 60 peixes com peso vivo inicial de  $274,39 \pm 13,50$  g, distribuídos em um delineamento em esquema fatorial 2 x 2, com dois níveis de fitase [0 e 500 UF (unidades de fitase)/kg de ração] e dois níveis de PB (25 e 28%) em 12 tanques com volume unitário útil de 800 L. Os melhores resultados de ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, rendimento de carcaça, sobrevivência, cálcio e fósforo (P) nos ossos e para os coeficientes de digestibilidade aparente da PB e do P, foram obtidos com a ração contendo 28% PB suplementada com fitase. A suplementação de fitase, independentemente do nível de PB da ração, reduziu a excreção de nitrogênio e P pelos peixes. Concluiu-se que para a tilápia do Nilo na terminação, a ração com 28% de PB suplementada com fitase proporciona os melhores resultados.

**PALAVRAS-CHAVE**:desempenho, fitase, *Oreochromis niloticus*, fósforo

## PROTEIN AND PHYTASE LEVELS ON FINISHING RATIONS TO NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

FURUYA<sup>1</sup>, W.M.; SANTOS<sup>2</sup>, V.G.; BOTARO<sup>3</sup>, D.; HAYASHI<sup>4</sup>, C.; SILVA<sup>3</sup>, L.C.R. Protein and phytase levels on finishing rations to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p.11-17, 2005

**ABSTRACT**:This work was undertaken out to evaluate rations with two crude protein (CP) levels without and supplemented with phytase on the performance of finishing ration to Nile tilapia and it lasted 74 days. There have been used 60 fishes with initial body weight of  $274.39 \pm 13.50$  g distributed in a factorial scheme 2 x 2, with 2 levels of phytase supplementation [0; 500 PU (phytase unit)/ kg ration] and two levels of CP (25; 28 %), distributed into 12 fiberglass tanks (800- L each). The best results of weight gain, feed conversion, protein efficiency ratio, carcass yield, survival, bone calcium and phosphorous and for apparent digestibility coefficients of CP and phosphorous were obtained with 28% CP ration supplemented with phytase. Independently of CP levels in the ration, phytase supplementation reduced the nitrogen and phosphorous excretion. It was concluded that the best results of performance of finished Nile tilapia was obtained with 28% CP and phytase supplemented diet.

**KEY WORDS**:performance, phytase, *Oreochromis niloticus*, phosphor

## NIVELES DE PROTEÍNA Y FITASA EN RACIONES PARA LA TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*), EN TERMINACIÓN

FURUYA<sup>1</sup>, W.M.; SANTOS<sup>2</sup>, V.G.; BOTARO<sup>3</sup>, D.; HAYASHI<sup>4</sup>, C.; SILVA<sup>3</sup>, L.C.R. Niveles de proteína y fitasa en raciones para la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), en terminación. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p.11-17, 2005

**RESUMEN**: El trabajo fue realizado para evaluar raciones con dos niveles de proteína cruda (PC), sin y con suplementación de la fitasa sobre el desempeño de la tilapia del Nilo, en terminación. Fueron utilizados 60 peces con peso vivo inicial medio de  $274,39 \pm 13,50$  g, distribuidos en el delineamento en esquema factorial 2 x 2, sin y con suplementación de fitasa [0; 500 UF (unidad de fitasa)/ kg de ración] y dos niveles de PC (25; 28 %) en 12 estanques con volumen útil unitario de 800 l. Los mejores resultados de ganancia en peso, conversión alimenticia y tasa de eficiencia proteica, rendimiento en carcasa, sobrevivencia, calcio y fósforo (P) en los huesos y para los coeficientes de digestibilidad aparente de PC y del P fueron obtenidos con la ración contiendo 28 % PC suplementada con fitasa. La suplementación de fitasa, independentemente del nivel de PC de la ración, redució la excreción de nitrógeno y P por los peces. Se concluyó que para la tilapia del Nilo, en

<sup>1</sup> Prof. Dr., Departamento de Zootecnia-DZO/UEM, 87020-900, Maringá-PR, Brasil, wmfuruya@uem.br

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Graduação em Zootecnia- PIBIC/CNPq, Maringá-PR.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ/UEM, Maringá-PR.

<sup>4</sup> Prof. Dr., Departamento de Biologia- DBI/UEM, Maringá-PR.

terminación, ración con 28 % de PC suplementada con fitasa proporciona los mejores resultados de desempeño.

**PALABRAS-CLAVE:** desempenho, fitasa, *Oreochromis niloticus*, fósforo

## Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de água doce cuja produção vem crescendo rapidamente no Brasil (FITZSIMMONS, 2000), sendo que a criação passou da forma tradicional em tanques de terra para intensiva em tanques-rede ou "raceways".

O aumento na produtividade requer 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.

Os nutricionistas têm concentrado esforços para obter informações que permitam formular rações mais completas e economicamente viáveis para obter as respostas zootécnicas preconizadas. No entanto, com a crescente pressão sobre a necessidade de reduzir a poluição aquática, têm-se priorizado as pesquisas para minimizar as excreções de nitrogênio (N) e fósforo (P), os principais responsáveis pela eutrofização do ambiente aquático, principalmente nas criações intensivas, que dependem exclusivamente de rações balanceadas.

As rações elaboradas com base em proteína da farinha de peixe, geralmente, possuem teor de P acima das exigências estabelecidas pelo NRC (1993) para a maioria das espécies de peixes. No meio aquático, o excesso desse mineral pode levar a eutrofização excessiva, que compromete a qualidade da água (VAN DER PLOEG & BOYD, 1991) e altera as características organolépticas da carcaça (VAN DER PLOEG & TUCKER, 1994).

Houve aumento das pesquisas para substituir a proteína da farinha de peixe por fontes protéicas de origem vegetal, de menor custo, porém os ingredientes de origem vegetal possuem cerca de 75 % do P na forma de ácido fítico, que não pode ser utilizado, pois a mucosa intestinal dos peixes não secreta fitase (POWER-HUGHES & SOARES, 1998; VIELMA *et al.*, 1998). A redução no desempenho é atribuída aos efeitos negativos do ácido fítico sobre a disponibilidade de minerais e da proteína (GATLIN & PHILLIPS, 1989; RODEHUTSCORD, 1995; FORSTER *et al.*, 1999).

Em trabalho realizado com o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), com peso vivo inicial de 108 g e alimentados com ração formulada com base em proteína do farelo de soja, STOREBAKKEN *et al.* (1998), observaram que a utilização de fitase (500 UF/kg) aumentou a digestibilidade da proteína (85,0 para 88,2%) e a disponibilidade do P (29,7 para 48,8%). Os autores ressaltaram as implicações da utilização de fitase sobre a menor descarga desses nutrientes nos tanques de criação. Valores superiores de inclusão de fitase foram encontrados por LANARI *et al.* (1998) e VIELMA *et al.* (1998), com a truta arco-íris, de 1000 e 1500 UF/kg, respectivamente, para máximo ganho de peso, retenção de minerais na carcaça e disponibilidade dos macrominerais.

Para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*),

JACKSON *et al.* (1996), em estudo avaliando inclusão de 0; 500; 1000; 2000 e 4000 unidades de fitase ativa (UF)/kg de ração, concluíram que a utilização de 500 UF/kg foi suficiente para permitir adequado desempenho e deposição de P nos ossos. FURUYA *et al.* (2001a), em trabalho realizado com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de 9 a 40 g de peso vivo, avaliaram a inclusão de 0; 500; 1500 e 3000 UF/kg de ração formulada com base em proteína do farelo de soja com a 0,75 % de P total e 0,25 % de P disponível, além do melhor desempenho, observaram que a ração com cerca de 500 UF/kg resultou em adequada retenção de minerais (cálcio, P, ferro, zinco e magnésio) nos ossos e melhora na digestibilidade da proteína e na disponibilidade do cálcio e do P da ração.

Poucas são as informações sobre a utilização de fitase em rações para peixes tropicais. A adição desta enzima pode permitir a maior inclusão de produtos de origem vegetal com baixos níveis de inclusão de fontes inorgânicas de P, através da melhora no desempenho produtivo e na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, no retorno econômico.

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 P dos ingredientes de origem vegetal utilizados em rações para peixes encontram-se na forma de P fítico, que não é disponível, sendo importante os estudos sobre a utilização de fitase exógena, que melhora a disponibilidade do P e também dos aminoácidos, havendo portanto possibilidade de redução nos teores desses nutrientes na ração, o que é ambientalmente desejável para permitir a criação sustentável de peixes.

Avaliar os efeitos da utilização de rações com 25 e 28 % de proteína bruta, suplementada ou não com fitase sobre o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação, foi o objetivo deste trabalho.

## Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Aqüicultura, da Universidade Estadual de Maringá, durante o período de 23/10/2002 a 05/01/2003.

Foram utilizadas 60 tilápias do Nilo com peso vivo inicial médio de 274,39 ± 13,50 g, distribuídas em um delineamento em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois níveis de proteína bruta (25 e 28 %) e dois níveis de fitase [0 e 500 UF (unidades de fitase)/kg de ração], utilizando fitase microbiana (Natuphos® 5000 BASF) em 12 tanques de fibrocimento com volume unitário útil de 800 L. Em cada tanque foi mantida a aeração contínua, através de pedra porosa acoplada a um soprador central e renovação diária de 15% da água. Os tanques foram cobertos com lona preta para minimizar a produção primária.

Os ingredientes foram previamente moídos e granulados de acordo com a metodologia descrita por PEZZATO *et al.* (2002). Os peixes foram alimentados até saciedade aparente, duas vezes ao dia, às 8 e 17 h. Foram

avaliadas rações elaboradas com dois níveis de proteína (25 e 28%), suplementadas ou não com fitase (0 e 500 UF/Kg), tendo como base a proteína do farelo de soja (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual e calculada de rações com 25 e 28 % de proteína bruta para Tilápia do Nilo em terminação

Ingrediente	Proteína bruta (%)	
	25	28
Milho	49,24	41,14
Farelo de soja	37,00	45,00
Farelo de arroz	5,00	5,00
Farinha de peixe	6,00	6,00
DL-metionina	0,10	0,20
Calcário calcítico	0,50	0,50
Óleo de soja	1,00	1,00
Suplemento min. e vitamínico <sup>1</sup>	0,50	0,50
Vitamina C <sup>2</sup>	0,05	0,05
Sal comum	0,50	0,50
Alginato de sódio	0,10	0,10
BHT <sup>3</sup>	0,01	0,01
Total	100,00	100,00
Composição calculada (base na matéria natural)		
Matéria seca (%) <sup>4</sup>	91,38	91,49
Energia digestível (kcal/kg) <sup>4</sup>	2946,58	2930,65
Proteína bruta (%) <sup>2</sup>	25,00	28,00
Fibra bruta (%) <sup>4</sup>	3,48	3,73
Extrato etéreo (%) <sup>4</sup>	5,09	4,94
Cálcio (%) <sup>4</sup>	0,82	0,79
Fósforo total (%) <sup>5</sup>	0,75	0,78
Fósforo disponível (%) <sup>5</sup>	0,25	0,24
Lisina (%) <sup>6</sup>	1,37	1,56
Metionina + cistina (%) <sup>6</sup>	0,90	1,16
Treonina (%) <sup>6</sup>	0,85	0,96

<sup>1</sup> Suplemento mineral e vitamínico (Supremais): Composição por quilo de 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 cálcio =12.000 mg; vit. C=48.000 mg; biotina =48 mg; colina =65.000 mg; ácido nicotínico =24.000 mg; Fe=10.000 mg; Cu=600 mg; Mn=4.000 mg; Zn=6.000 mg; I=20 mg; Co=2 mg e Se=20 mg.

<sup>2</sup> Vit. C : sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42 % de princípio ativo

<sup>3</sup> Butil-Hidroxi-tolueno

<sup>4,5,6</sup> Valores segundo FURUYA *et al.* (2001b), LEESON (1999) e FURUYA (2000), respectivamente

A adição da enzima e a preparação das rações foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por FURUYA *et al.* (2001a). As rações foram peletizadas em moinho de carne, adicionando-se 15 % de água (52° C) em relação ao peso das rações e desidratadas em estufa de ventilação forçada (50° C).

Todos os animais foram pesados individualmente ao início e final do experimento em balança digital (0,01g). Ao final do experimento, três peixes de cada unidade

experimental foram utilizados para determinação de minerais nos ossos (cálcio e P).

As análises de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo das rações e carcaças foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, enquanto as análises de cálcio e P dos ossos e das rações e as análises de óxido de cromo foram determinadas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990).

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

Os peixes foram alimentados por uma semana para adaptação da ração e as fezes acumuladas de cada unidade experimental foram coletadas diretamente nos tanques experimentais, através de sifonamento, às 8 e 16h por cinco dias.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram determinados de acordo com NOSE (1960), utilizando-se como indicador o óxido de cromo (1 g/kg) de acordo com PEZZATO *et al.* (2002). A análise de óxido de cromo foi realizada de acordo com a metodologia descrita por GRANER (1972).

Para estimativa da excreção de nitrogênio (N), o total de proteína bruta consumida pelos peixes de cada tratamento foi convertido em N ( $N = \text{proteína bruta consumida}/6,25$ ), sendo que as estimativas de nutrientes (N ou P) excretados foram determinadas através das equações:

$$N_e \text{ (g/kg peixe produzido)} = [N_c - (N_c \cdot CDAn)] \cdot 10^3$$

Em que:

$N_e$  = nutriente excretado (kg/t de peixe);

$N_c$  = nutriente consumido (kg);

$CDAn$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente (%);

$$N_c \text{ (g)} = CA \cdot N_r$$

Em que:

$N_c$  = nutriente consumido (kg);

$CR$  = conversão alimentar média em cada tratamento;

$N_r$  = porcentagem do nutriente na ração.

Para a excreção do N, a proteína bruta da ração foi convertida em N, dividindo-se o valor de proteína bruta da ração por 6,25.

Foi utilizado o delineamento em esquema fatorial 2 x 2, com dois níveis de proteína bruta (25 e 28 %) e dois níveis de inclusão de fitase (0 e 500 UF/kg de ração) e com três repetições por tratamento. As análises estatísticas das variáveis foram realizadas através do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1982). Os de sobrevivência 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  $27,4 \pm 3,19$  °C;  $3,65 \pm 1,02$  mg/L;  $7,19 \pm 0,20$ ;  $354,97 \pm 59,51$   $\mu$ S/cm, para temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água dos tanques, respectivamente. Os parâmetros permaneceram dentro da faixa recomendada por POPMA & GREEN (1990) para permitir o adequado 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 plástico preto para impedir a possibilidade de eutrofização. Além disso, as sobras de ração foram sifonadas diariamente (8 e 17 h) 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, na terminação, alimentada com as rações contendo os dois níveis de proteína e suplementadas ou não com fitase.

Para o ganho de peso, ocorreram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) do nível de proteína e da inclusão de fitase, bem como para as suas interações ( $P < 0,01$ ). O maior ganho de peso foi obtido com a ração contendo 28% de proteína bruta (PB) e com adição de fitase. LANARI *et al.* (1998) e VIELMA *et al.* (1998), em trabalhos realizados com a truta arco-íris, observaram melhora no ganho de peso dos peixes que receberam rações contendo 1000 e 1500 UF/kg de ração, respectivamente. Em estudo realizado com essa mesma espécie, RODEHUTSCORD & PFEFFER (1995), também verificaram que os peixes obtiveram maior ganho de peso quando foram alimentados com a ração suplementada com 1000 UF/kg.

Para a conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, ocorreram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) do nível de proteína e da inclusão de fitase, o que não foi observado para as suas interações ( $P > 0,05$ ). A conversão alimentar não melhorou ( $P > 0,05$ ) com a adição de fitase na ração com 25 % de PB, o que também foi observado para as rações que não foram suplementadas com fitase. A melhor conversão foi obtida com a ração contendo 28 % de PB e que foi suplementada com fitase. Resultado semelhante foi observado com a taxa de eficiência protéica, em que a melhor utilização da proteína da ração foi obtida pelos peixes que consumiram a ração com 28 % de PB e suplementada com fitase. A utilização de fitase melhora a disponibilidade dos minerais e também a digestibilidade da proteína (GATLIN & PHILLIPS, 1989; VIELMA *et al.*, 1998).

A taxa de eficiência protéica observada nos peixes que receberam a ração com 28 % de PB e suplementada com fitase, possivelmente está relacionada com a adequação dos níveis e balanceamento de aminoácidos, que mais se aproximaram às exigências dos peixes nesta ração. O N originado da ração não digerida ou consumida da ração é um dos nutrientes mais poluentes no meio aquático, sendo que o excesso pode levar à eutrofização excessiva, principalmente nas criações em que se utilizam elevadas densidades e que dependem exclusivamente de ração balanceada.

Com exceção do aumento no rendimento de carcaça observado nos peixes que foram alimentados com a ração com

25 % de PB e que foi suplementada com fitase, em relação ao mesmo tratamento, sem suplementação da enzima, de forma geral, os níveis de proteína e a suplementação de fitase não afetaram o rendimento de carcaça ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, ressalta-se que o maior ganho de peso, a melhor conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, além da maior taxa de sobrevivência ( $P < 0,05$ ) obtida com a ração contendo 28 % de PB e suplementada com fitase, a torna a mais adequada para tilápias durante o período de terminação.

Os níveis de cálcio e P nos ossos foram influenciados pelos níveis de proteína e de fitase, sendo que a maior porcentagem desses minerais foi obtida nos ossos dos peixes que consumiram a ração com 28 % de PB suplementada com fitase. Não foram verificadas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e do P dos peixes alimentados com as rações contendo 25 e 28 % de proteína bruta. Por outro lado, a inclusão de fitase aumentou a digestibilidade da proteína bruta e do P (tabela 3).

A maior retenção de minerais nos ossos de “striped bass” alimentados com rações contendo fitase também foi obtida por POWER-HUGHES e SOARES (1998), fato que também foi observado por FURUYA *et al.* (2001a), em estudo avaliando diferentes níveis de inclusão de fitase em rações para a tilápia do Nilo.

O aumento na digestibilidade da proteína bruta e do P por peixes alimentados com rações contendo fitase também foi obtido por GATLIN & PHILLIPS (1989) e VIELMA *et al.* (1998). Resultados semelhantes foram encontrados por FORSTER *et al.* (1999) para a truta arco-íris, em que o coeficiente de digestibilidade da proteína passou de 92,6% na ração basal, para aproximadamente 95 % nas rações com fitase.

Este resultado mostra coerência com os resultados do trabalho de STOREBAKKEN *et al.* (1998), que verificaram que a suplementação de fitase (500 UF/kg), em rações para o salmão do Atlântico elaboradas com ingredientes de origem vegetal, melhorou a digestibilidade da proteína de 85% (ração sem fitase) para 88,2 % (ração com fitase).

O efeito positivo da adição de fitase sobre a disponibilidade do P também foi encontrado por VIELMA *et al.* (1998), em estudo realizado com a truta arco-íris, que avaliaram a suplementação de 0 e 1500 UF/kg de ração e observaram que a utilização de fitase elevou a disponibilidade do P, que passou de 44,5% (ração sem fitase) para 69,7% (ração com fitase). Em trabalho realizado com juvenis de “striped bass” (*Morone saxatilis*), HUGHES & SOARES (1998), observaram que a suplementação de rações com fitase elevou a disponibilidade do P, que passou de 29,7% (ração sem fitase) para 82,8% (ração com 800 UF/kg). Valor inferior foi obtido por STOREBAKKEN *et al.* (1998), em estudo realizado com o salmão (*Salmo salar*), cuja disponibilidade do P passou de 29,7% (ração controle e sem fitase) para 48,8% (ração com 500 UF/kg).

No presente estudo, as diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de rações suplementadas com e sem fitase podem estar relacionadas com as variações quanto ao tipo (ou quantidade?) de ingrediente utilizado para elaboração da ração referência, metodologia de determinação da digestibilidade e espécie utilizada.

Tabela 2 – Valores médios de desempenho da tilápia do Nilo, na terminação, alimentada com rações com dois níveis de proteína (25 e 28%), com e sem inclusão de fitase (0 e 500 UF/g)

Proteína bruta (%)	Fitase (UF/kg)		Média
	0	500	
Peso inicial (g)			
25	259,10	275,20	267,15
28	284,93	278,33	281,63
Média	272,02	276,77	CV = 4,92
Peso final (g)			
25	344,73	365,91	355,32
28	377,42	407,74	392,58
Média	361,07	386,82	
Ganho de peso (g)			CV = 1,03
25	85,62 <sup>bb</sup>	90,71 <sup>ab</sup>	88,17 <sup>B</sup>
28	92,49 <sup>ba</sup>	129,40 <sup>aA</sup>	110,95 <sup>A</sup>
Média	89,06 <sup>b</sup>	110,06 <sup>a</sup>	CV = 3,86
Conversão alimentar			
25	2,93 <sup>aA</sup>	2,80 <sup>aA</sup>	2,86 <sup>A</sup>
28	2,77 <sup>aA</sup>	2,09 <sup>bb</sup>	2,43 <sup>B</sup>
Média	2,85 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	CV = 9,15
Taxa de eficiência protéica			
25	1,33 <sup>aA</sup>	1,44 <sup>aB</sup>	1,38 <sup>B</sup>
28	1,45 <sup>ba</sup>	1,96 <sup>aA</sup>	1,70 <sup>A</sup>
Média	1,39 <sup>b</sup>	1,70 <sup>a</sup>	CV = 10,40
Rendimento de carcaça (%)			
25	88,92 <sup>bb</sup>	90,64 <sup>aA</sup>	89,78 <sup>A</sup>
28	89,98 <sup>aA</sup>	90,41 <sup>aA</sup>	90,19 <sup>A</sup>
Média	89,45 <sup>a</sup>	90,52 <sup>a</sup>	CV = 0,43
Taxa de sobrevivência (%)			
25	96,67 <sup>aA</sup>	93,33 <sup>aA</sup>	95,00 <sup>B</sup>
28	100,00 <sup>aA</sup>	100,00 <sup>aA</sup>	100,00 <sup>A</sup>
Média	98,34 <sup>a</sup>	96,67 <sup>a</sup>	CV = 0,43
Ca nos ossos (%)			
25	17,29 <sup>ba</sup>	20,19 <sup>bB</sup>	18,74 <sup>B</sup>
28	17,74 <sup>ba</sup>	21,82 <sup>aA</sup>	19,78 <sup>A</sup>
Média	17,52 <sup>b</sup>	21,00 <sup>a</sup>	CV = 2,42
P nos ossos (%)			
P nos ossos (%)			
25	5,30 <sup>bb</sup>	5,54 <sup>aB</sup>	5,42 <sup>B</sup>
28	5,78 <sup>ba</sup>	6,54 <sup>aA</sup>	6,16 <sup>A</sup>
Média	5,54 <sup>a</sup>	6,04 <sup>a</sup>	CV = 1,99

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na vertical e minúscula na horizontal), não diferem entre si pelo teste de Tukey, nível de 5% de probabilidade

Tabela 3 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e do P pela tilápia do Nilo, na terminação, alimentada com rações com dois níveis de proteína, com e sem inclusão de fitase

Proteína bruta (%)	Fitase (UF/kg)		Média
	0	500	
Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (%)			
25	88,37 <sup>ba</sup>	90,34 <sup>aB</sup>	89,36 <sup>A</sup>
28	88,45 <sup>ba</sup>	91,63 <sup>aB</sup>	90,04 <sup>A</sup>
Média	88,41 <sup>b</sup>	90,99 <sup>a</sup>	CV = 0,34
Coeficiente de digestibilidade do fósforo (%)			
25	26,51 <sup>BA</sup>	55,90 <sup>aA</sup>	41,20 <sup>A</sup>
28	26,41 <sup>ba</sup>	56,10 <sup>aA</sup>	41,26 <sup>ba</sup>
Média	26,46 <sup>b</sup>	56,00 <sup>a</sup>	CV = 3,02

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na vertical e minúscula na horizontal), não diferem entre si pelo teste de Tukey, nível de 5% de probabilidade

A estimativa da excreção de N e P, em kg de nutriente/tonelada de peixe produzido, encontra-se na Figuras 1 e 2. A suplementação de enzima resultou em menor taxa de excreção de N e P, independentemente do teor de proteína da ração.

Em criações intensivas, os nutrientes não digeridos da ração podem levar à eutrofização excessiva e comprometer a qualidade da água (VAN DER PLOEG & BOYD, 1991) e alterar as características organolépticas da carcaça, sendo

que o N e o P são os principais nutrientes responsáveis pela eutrofização da água (VAN DER PLOEG & TUCKER, 1994).

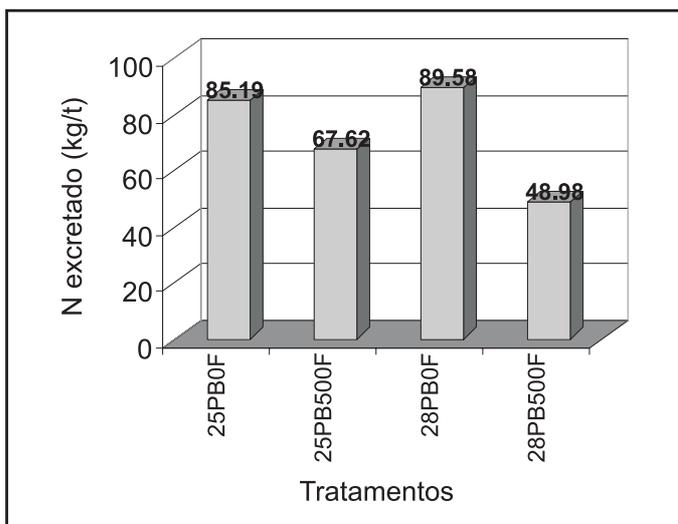


Figura 1 – Estimativa da excreção de nitrogênio (N), em kg N/t peixe produzido pela tilápia do Nilo na terminação, alimentada com rações com 25 e 28 % de proteína bruta sem (25PB0F e 28PB0F) e com 500 unidades de fitase/kg (25PB500F e 28PB500F)

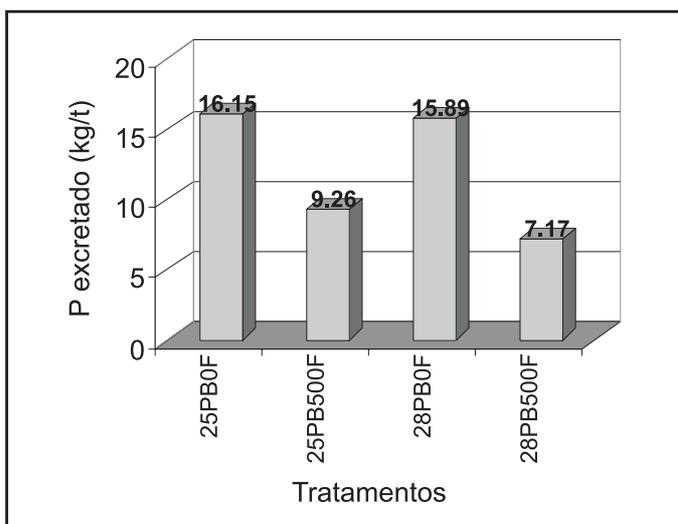


Figura 2 – Estimativa da excreção de fósforo (P), em kg P/t peixe produzido pela tilápia do Nilo na terminação, alimentada com rações com 25 e 28 % de proteína bruta sem (25PB0F e 28PB0F) e com fitase (25PB0F e 28PB0F)

Assim, pelo fato dos ingredientes de origem vegetal possuírem cerca de 75 % do seu P na forma de ácido fítico, o P geralmente é o nutriente mais limitante em grãos de cereais usados na elaboração de dietas para peixes (POWER-HUGHES & SOARES, 1998). O P fítico não pode ser utilizado, pois a mucosa intestinal dos peixes não secreta fitase (VIELMA *et al.*, 1998). Em rações elaboradas com base em ingredientes de origem vegetal, a redução no desempenho é atribuída aos efeitos negativos do ácido fítico sobre a disponibilidade de minerais e da proteína (GATLIN & PHILLIPS, 1989).

Os resultados obtidos no presente trabalho

demonstram que a suplementação de fitase em rações melhora o crescimento, a eficiência de utilização de nutrientes, o rendimento de carcaça, a retenção de minerais nos ossos e a digestibilidade da proteína e do P pela tilápia do Nilo, na terminação. Dessa forma, sua utilização pode contribuir para reduzir a excreção de N e P para o meio aquático e, conseqüentemente, para manter a qualidade da água.

### Conclusões

Para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação, a utilização de ração com 28% de proteína bruta suplementada com fitase (500 UF/kg) é recomendada para permitir adequado crescimento, rendimento de carcaça, retenção de minerais nos ossos, e redução nas taxas de excreção de nitrogênio e fósforo ao meio aquático.

A suplementação de fitase reduz a excreção de nitrogênio e fósforo de rações elaboradas basicamente com ingredientes de origem vegetal.

### Referências

FITZSIMMONSK. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In: *Tilapia Aquaculture in the Americas*, In: COSTA PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. World Aquaculture Society. Baton Rouge. Louisiana, 2000, p. 252-264.

FORSTER, I.; HIGGS, D. A.; DOSANJH, B. S. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*) held in 11°C fresh water. *Aquaculture*, v.179, p. 109-125, 1999.

FURUYA, W. M. Coeficiente de digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2001, 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ/UNESP, Botucatu, 2001.

FURUYA, W. M. et al. Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.): desempenho e digestibilidade. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.30, n. 3, p. 924-929, 2001a.

\_\_\_\_\_. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (Linhagem Tailandesa). *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001b.

GATLIN, D. M.; PHILLIPS, H. F. Dietary calcium, phytate and zinc interactions in channel catfish. *Aquaculture*, v. 79, p. 259-266, 1989.

GRANER, C. A. F. *Determinação do cromo pelo método colorimétrico da difenilcarbazida*. 1972, 112 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1972.

HUGHES, K. P.; SOARES, J. H. Efficacy of phytase on phosphorus utilization in practical diets fed to striped bass *Morone saxatilis*. *Aquaculture Nutrition*, v. 4, p. 133-140, 1998.

- JACKSON, L. S.; LI, M. H.; ROBINSON, E. H. Use of microbial phytase in channel catfish *Ictalurus punctatus* diets to improve utilization phytate phosphorus. *Journal of the word aquaculture society*, v. 7, n. 3, p. 309-313, 1996.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. *Feed International*, v. 6, p.18-21, 1997.
- LANARI, D.; D'AGARO, E.; TURRI, C. Use of nonlinear regression to evaluate the effects of phytase enzyme treatment of plant protein diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v.161, n.345-356, 1998.
- NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). *Bull. freshwater fish. Res. lab.* v.10, p.11-22, 1960.
- LEESON, S. Enzimas para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. 1999, Campinas. *Anais...* Campinas:FACTA, 1999. p.173-185.
- NRC – *Nutrient Requirements of warmwater fishes and shellfishes*. Washington: National Academy Press, 1993. 102 p.
- PEZZATO, L. E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.
- 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, 15 p. 1990.
- POWER HUGHES, K. P.; SOARES, J. H. Efficacy of phytase on phosphorus utilization in practical diets fed to striped bass *Morone saxatilis*. *Aquaculture Nutrition*, v. 4, p.133-140, 1998.
- RODEHUTSCORD, M.; PFEFFER, E. Effects of supplemental microbial phytase on phosphorus digestibility and utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Water science and technology*, v. 31, n.10, p.143-147, 1995.
- SILVA, S. S. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2. ed., Viçosa: UFV. 1990. 166 p.
- STOREBAKKEN, K. D.; SHEARER, K. D.; ROEM, A. J. 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*, 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.
- VAN DER PLOEG, M.; BOYD, C. E. Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 22, p. 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*, v. 3, p. 21-140, 1994.
- VIELMA, J.; LALL, S. P.; KOSKELA, J. Effects of dietary phytase and cholecalciferol on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v. 63, n. 3-4, p. 309-323, 1998.

Recebido para publicação em 18/05/2004

Received for publication on 18 May 2004

Recibido para publicación en 18/05/2004

Aceito para publicação em 10/11/2004

Accepted for publication on 10 November 2004

Acepto para publicación en 10/11/2004

