



Pesquisa Agropecuária Tropical

ISSN: 1517-6398

pat@agro.ufg.br

Escola de Agronomia e Engenharia de
Alimentos
Brasil

Diemer, Odair; Boscolo, Wilson Rogério; Augusto Signor, Arcangelo; Sary, Cesar; Hertes
Neu, Dacley; Feiden, Aldi

NÍVEIS DE FÓSFORO TOTAL NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE JUNDIÁ CRIADOS
EM TANQUES-REDE

Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 41, núm. 4, outubro-diciembre, 2011, pp. 559-563
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos
Goiânia, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253020131017>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

NÍVEIS DE FÓSFORO TOTAL NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE JUNDIÁ CRIADOS EM TANQUES-REDE¹

Odair Diemer², Wilson Rogério Boscolo²,
Arcangelo Augusto Signor³, Cesar Sary⁴, Daclei Hertes Neu³, Aldi Feiden²

ABSTRACT

TOTAL PHOSPHORUS CONTENTS FOR FEEDING
SILVER CATFISH JUVENILES REARED IN NET CAGES

Phosphorous is an essential mineral for fishes, because it acts on various metabolic processes. However, high levels may jeopardize the water quality, and its lack could promote deficiency to animals. The aim of this study was to evaluate the productive performance of silver catfish juveniles reared in net cages and fed with diets containing different total phosphorus contents. A total of 600 silver catfish juveniles, with initial weight of 6.88 ± 0.26 g and 9.28 ± 0.99 cm, were randomly distributed in 20 net cages, in a stocking density of 30 fish per cage. A completely randomized design, with four treatments, different total phosphorus contents (0.65%, 0.80%, 0.95%, and 1.10%), and five replicates were used. These contents affected ($p < 0.05$) the final weight, length, weight gain, specific growth rate, and condition factor. However, the survival rate and feed conversion did not differ ($p > 0.05$) among treatments. Thus, it is possible to recommend the commercial use of 0.80% total phosphorus in diets for silver catfish juveniles, providing a good productive performance and, above all, reducing the pollution caused by those diets.

KEY-WORDS: *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824); intensive cultivation; fish nutrition.

RESUMO

O fósforo é um mineral essencial para os peixes, pois atua em vários processos metabólicos. Porém, níveis elevados podem comprometer a qualidade da água, e a sua falta pode provocar deficiência aos animais. O presente estudo objetivou avaliar o desempenho produtivo de juvenis de jundiá criados em tanques-rede, alimentados com rações constituídas por diferentes níveis de fósforo total. Foram utilizados 600 juvenis de jundiá, com massa inicial de $6,88 \pm 0,26$ g e $9,28 \pm 0,99$ cm, distribuídos, aleatoriamente, em 20 tanques-rede, na densidade de estocagem de 30 peixes por tanque. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, diferentes níveis de fósforo total (0,65%; 0,80%; 0,95%; e 1,10%) e cinco repetições. Estes níveis afetaram ($p < 0,05$) a massa final, comprimento final, ganho de massa, taxa de crescimento específico e fator de condição. Contudo, a sobrevivência e conversão alimentar não se alteraram, em função dos tratamentos. Pode-se recomendar, comercialmente, a utilização de 0,80% de fósforo total, em rações para juvenis de jundiá, proporcionando bom desempenho produtivo e, principalmente, diminuindo o efeito poluidor das rações.

PALAVRAS-CHAVE: *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824); cultivo intensivo; nutrição de peixes.

INTRODUÇÃO

O jundiá (*Rhamdia quelen*) tem despertado grande atenção de pesquisadores e produtores de peixes, devido a várias características favoráveis à sua criação comercial, dentre elas o rápido crescimento, fácil adaptação à criação intensiva, rusticidade, facilidade na indução à reprodução, carne saborosa e com baixo teor de gordura e poucas espinhas, além de apresentar boa aceitação pelo mercado consumidor (Feiden et al. 2010).

Estudos abordando as necessidades nutricionais de peixes vêm se intensificando, principalmente com relação a fontes minerais que proporcionam melhor crescimento, rentabilidade econômica e menor impacto ambiental, principalmente porque, em cultivo de peixes em tanques-rede, os animais são alimentados exclusivamente com rações, e os resíduos provenientes da alimentação são lançados diretamente no ambiente, sem que haja a possibilidade de tratamento (Araripe et al. 2006).

1. Trabalho recebido em jul./2011 e aceito para publicação em nov./2011 (nº registro: PAT 15017/ DOI: 10.5216/pat.v41i4.15017).

2. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil. E-mails: odairdiemer@hotmail.com, wilsonboscolo@hotmail.com, aldifeiden@gmail.com.

3. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, PR, Brasil. E-mails: angelo_signor@hotmail.com, daclei_pesca@hotmail.com.

4. Pontifícia Universidade Católica, Laboratório de Pesquisa em Piscicultura, São José dos Pinhais, PR, Brasil. E-mail: zitozootecnia@hotmail.com.

Dentre os diversos minerais utilizados na elaboração de rações, destaca-se o fósforo, que é exigido para manutenção normal das funções metabólicas e fisiológicas. A digestibilidade de lipídeos, carboidratos e, conseqüentemente, da energia é prejudicada em peixes alimentados com dietas deficientes em fósforo (Rodehutscord et al. 2000). Além de participar da formação do ATP, o fósforo faz parte do metabolismo dos fluidos corporais e aminoácidos e, em casos extremos, sua carência pode afetar a formação do esqueleto e ocasionar a morte dos animais (Dato-Cajegas & Yakupitiyage 1996).

A concentração de fósforo na dieta deve atender às exigências necessárias para o bom desempenho, sem comprometer a qualidade da água de cultivo. Este mineral, juntamente com o nitrogênio, são os principais nutrientes que provocam a eutrofização dos corpos d'água, sendo considerado, por vários órgãos fiscalizadores, como elemento de alta capacidade poluidora (Lazzari & Baldisserotto 2008). Portanto, deve-se utilizar formulações de rações que apresentem teores adequados de fósforo e que não prejudiquem o desempenho e sobrevivência dos peixes, bem como evitem a poluição do ambiente de criação.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) criados em tanques-rede e alimentados com rações constituídas por diferentes níveis de fósforo total.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área aquícola (5.000 m² e profundidade média de 12 m) do reservatório da Usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias), no Rio Iguaçu, localizado no município de Boa Vista da Aparecida (PR), durante os meses de janeiro e fevereiro de 2010, totalizando 40 dias experimentais.

Foram utilizados 600 juvenis de jundiá, com massa inicial média de $6,88 \pm 0,26$ g e $9,28 \pm 0,99$ cm de comprimento, distribuídos inteiramente ao acaso, em 20 tanques-rede, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os peixes foram alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total (0,65%; 0,80%; 0,95%; e 1,10%, com base na matéria natural). Os tanques apresentavam 0,40 m³ de volume útil e malha de 0,5 cm, sendo que a unidade experimental foi composta por 30 peixes.

A ração foi confeccionada na Fábrica de Ração do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAq) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Toledo (PR). Os ingredientes foram moídos em moinhos tipo 'martelo', com peneira de 0,5 mm.

Todas as rações eram isoproteicas (30% de proteína bruta) e isoenergéticas (2.900 kcal kg⁻¹ de energia digestível), segundo as exigências estimadas por Reidel (2007) (Tabela 1). O atendimento de cada nutriente na ração foi expresso com o auxílio do programa SuperCrac® 5.7 Master (TD Software 2005), que calcula a quantidade de ingredientes a ser inclusa. As rações foram fornecidas na forma peletizada, duas vezes ao dia (09h00 e 17h00), até a saciedade aparente dos animais.

Os parâmetros físicos e químicos da água, como pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, foram mensurados semanalmente, utilizando-se medidores portáteis Hanna Instruments®, enquanto a temperatura foi aferida diariamente, pela manhã (09h00) e à tarde (17h00), com o auxílio de um termômetro digital.

Ao final do período experimental, os animais permaneceram em jejum, por 24 horas. Posteriormente, coletaram-se todos os peixes dos tanques-rede, anestesiados com 50 mg L⁻¹ de eugenol (Cunha et al. 2010), para a avaliação dos índices zootécnicos de massa final, ganho de massa, comprimento final, conversão alimentar, sobrevivência, taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição. Para tanto, os animais foram pesados em balança digital e medidos com ictiômetro, sendo o ganho de massa (g) calculado por meio da diferença da massa final e massa inicial e a conversão alimentar por meio da relação do total de ração consumida (g) pelo ganho de massa (g) (Halver & Hardy 2002).

A taxa de crescimento específico foi determinada conforme a seguinte equação: $[(\ln \text{ massa média final (g)} - \ln \text{ massa média inicial (g)}) / \text{tempo de experimento (dias)}] \times 100$. O fator condição de peixes expressa a relação massa x comprimento e é aceito como indicador da avaliação do "bem-estar" do animal, sendo obtido segundo a fórmula $[\text{massa} / (\text{comprimento total}^3) \times 100]$ (Lima-Júnior et al. 2002).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade da variância (Levene), e submetidos a análise de regressão.

Tabela 1. Composição percentual das rações utilizadas no experimento (Toledo, PR, 2010).

Ingredientes (%)	Níveis de Fósforo			
	0,65%	0,80%	0,95%	1,10%
Farelo de Soja	43,70	43,77	43,86	43,95
Milho	27,12	26,65	26,18	25,70
Arroz quirera	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de vísceras de aves	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de peixes	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	3,55	3,65	3,74	3,84
Calcário calcítico	2,08	1,56	1,03	0,51
Glúten de milho	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix*	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-Metionina	0,13	0,13	0,13	0,13
Propionato de cálcio	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02
Fosfato bicálcico	0,00	0,82	1,64	2,45
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Atendimento				
Amido (%)	24,47	24,18	23,88	23,59
Cálcio (%)	1,50	1,50	1,50	1,50
ED jundiá (kcal kg ⁻¹)**	2.900,00	2.900,00	2.900,00	2.900,00
Fósforo total (%)	0,65	0,80	0,95	1,10
Gordura (%)	5,91	5,99	6,07	6,14
Lisina Total (%)	1,72	1,72	1,72	1,72
Metionina + cistina (%)	1,11	1,11	1,11	1,11
Proteína bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00

* Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ácido fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000 mg; nicotinamida - 7.000 mg; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1.500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg. ** Segundo coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá, determinados por Oliveira Filho & Fracalossi (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos da água dos tanques-rede, com temperatura de $22,3 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ (manhã) e $26,1 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ (tarde), oxigênio dissolvido de $7,43 \pm 0,60 \text{ mg L}^{-1}$, pH de $6,54 \pm 0,35$ e condutividade de $51,9 \pm 3,1 \mu\text{S cm}^{-1}$, permaneceram dentro das condições recomendadas para o jundiá (Baldissederotto et al. 2010).

Os diferentes níveis de fósforo total na ração afetaram, de maneira polinomial, a massa final, comprimento final e ganho de massa, porém, a taxa de crescimento específico e o fator de condição (Tabela 2) foram influenciados de forma linear, pela inclusão de fósforo na dieta. Contudo, a sobrevivência e conversão alimentar não foram alteradas pelos tratamentos.

Os melhores resultados para massa final, comprimento final, ganho de massa, fator de condição e taxa de crescimento específico foram observados

para os peixes alimentados com as rações contendo 0,80%; 0,95%; e 1,10% de fósforo total. Isto pode ser explicado devido ao fato de o fósforo ser requerido para a manutenção normal das funções metabólicas e fisiológicas dos peixes, e, portanto, sua deficiência na dieta pode causar menor desempenho produtivo (Dato-Cajegas & Yakupitiyage 1996).

De acordo com Albrechtsen et al. (2009), o fósforo, na alimentação de peixes, tem como ação principal a função estrutural e, desta forma, os peixes que ganharam maiores quantidades deste mineral na dieta tiveram crescimento potencializado, e, possivelmente, os peixes alimentados com apenas 0,65% converteram a parte disponível do fósforo para suas atividades estruturais, e o seu crescimento ficou debilitado.

Os resultados de desempenho são similares aos encontrados por Ribeiro et al. (2006), quando avaliaram níveis de fósforo total, em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tabela 2. Desempenho produtivo de juvenis de jundiá, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total (Toledo, PR, 2010).

Variáveis	Níveis de fósforo total				CV	Ajuste de regressão
	0,65%	0,80%	0,95%	1,10%	%	
Massa final (g) ²	24,00	25,85	26,30	26,46	3,66	RQ ¹
Comprimento final (cm) ²	13,84	14,35	14,70	14,80	1,91	RQ ²
Ganho de massa (g) ²	17,08	18,91	19,42	19,65	5,13	RQ ³
Conversão alimentar	0,84	0,94	0,94	0,91	10,57	NS
Sobrevivência (%)	97,33	96,00	97,33	94,67	6,21	NS
TCE (%) ³	3,11	3,28	3,35	3,39	3,97	RL ⁴
Fator de condição ³	0,90	0,87	0,83	0,82	3,72	RL ⁵

RQ = regressão quadrática; RL = regressão linear. ¹ $y = -18,78x^2 + 38,08x + 7,24$ e $r^2 = 0,57$; ² $y = -4,55x^2 + 10,13x + 9,18$ e $r^2 = 0,70$; ³ $y = -17,74x^2 + 36,53x + 0,88$ e $r^2 = 0,57$; ⁴ $y = 0,61x + 2,75$ e $r^2 = 0,41$; ⁵ $y = -0,21x + 1,04$ e $r^2 = 0,59$. ($p < 0,05$).

Boscolo et al. (2005), ao determinarem as exigências nutricionais de fósforo total, para alevinos de tilápia do Nilo, observaram que a ração contendo 0,80% de fósforo total proporcionou ganho de massa 61% superior, em comparação à ração contendo 0,40%, discordando deste estudo, onde não foi verificada tal superioridade.

Pezzato et al. (2006) relataram que, para alevinos de tilápia do Nilo, é necessário um nível mínimo de 0,75% de fósforo disponível na dieta, porém, Furuya et al. (2008) determinaram a exigência de fósforo disponível em 0,52%, para juvenis de tilápia do Nilo, enquanto o ganho de massa demonstrou diferenças significativas, sendo superior nos peixes alimentados com quantidades mais elevadas de fósforo, condições, estas, similares às observadas no atual experimento com juvenis de jundiá.

Para juvenis do European seabass (*Dicentrarchus labrax*), a exigência de fósforo foi estimada em 0,65%, a qual pode ser atendida com a inclusão de fosfato bicálcico na formulação da ração (Oliva-Teles & Pimentel-Rodriguez 2004). Este mesmo ingrediente foi incluído na dieta para os juvenis de jundiá, principalmente devido ao fato de a ração ser elaborada à base de ingredientes de origem vegetal, em uma tentativa de se reduzir o lançamento de efluentes, com apenas 5% de adição de farinhas de peixe e vísceras de aves, necessitando-se, desta maneira, de quantidades crescentes de fosfato bicálcico.

Segundo Pimentel-Rodriguez & Oliva-Teles (2007), o fosfato bicálcico apresenta disponibilidade de 68% de fósforo e as farinhas de peixe um coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo que pode variar 49-63%, para juvenis do European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), contudo, os autores

destacaram que mais estudos acerca da disponibilidade do fósforo são necessários, para que seja possível estimar os valores adequados e a exigência deste nutriente às diferentes espécies.

Para juvenis de black seabream (*Sparus macrocephalus*), Shao et al. (2008) relataram que a exigência de fósforo total é de 0,54%. Com esta quantidade, há melhora na taxa de crescimento específico, ganho de massa e eficiência alimentar, contudo, níveis acima desta quantidade não melhoraram o desempenho produtivo, como observado no presente estudo.

Andrews et al. (1973) estudaram juvenis do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), peixe da mesma ordem dos jundiás, siluriformes, e observaram que a exigência de fósforo disponível é de 0,80%, embora ocorra maior ganho de massa e menor conversão alimentar, quando disposto 1,0% de fósforo na dieta, similarmente ao encontrado no atual estudo, principalmente com relação ao nível de fósforo descrito. Contudo, a eficiência com que os peixes utilizam este mineral na sua dieta é influenciada pelo hábito alimentar, pelo ambiente em que estão inseridos e, também, pela fase em que o peixe se encontra, sendo possível encontrar diferenças na exigência da mesma espécie, em alevinos, juvenis e adultos (Boscolo et al. 2005, Furuya et al. 2008).

O fósforo, por ser mineral importante no metabolismo animal, inclusive na formação do ATP (energia prontamente disponível), é inserido nas dietas por meio de alimentos de origem animal e algumas fontes vegetais que não são totalmente disponíveis aos peixes, por estarem, principalmente, na forma de fitato, ou, ainda, incluídos por meio do uso de fosfato bicálcico. Todavia, como qualquer outro ingrediente,

ele não é totalmente digerível ou metabolizável, e parte deste mineral pode ser lançada ao ambiente aquático, podendo haver maior aporte do ingrediente nos corpos d'água (Araripe et al. 2006).

Cabe ressaltar, ainda, que mais estudos são necessários para determinar as exigências nutricionais, inclusive de fósforo disponível, para as diversas espécies potenciais à aquicultura.

CONCLUSÃO

Os melhores resultados foram obtidos quando utilizados níveis de fósforo a partir de 0,80%, em rações para juvenis de jundiá cultivados em tanques-rede, melhorando o desempenho produtivo.

REFERÊNCIAS

- ALBREKTSSEN, S.; HOPE, B.; AKSNES, A. Phosphorous (P) deficiency due to low P availability in fishmeal produced from blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in feed for under-yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 296, n. 3-4, p. 318-328, 2009.
- ANDREWS, J. W.; MURAI, T.; CAMPBELL, C. Effects of dietary calcium and phosphorus on growth, food conversion, bone ash and hematocrit levels of catfish. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 103, n. 5, p. 766-771, 1973.
- ARARIPE, M. N. B. A. et al. Efeito do cultivo de peixes em tanques-rede sobre o aporte de fósforo para o ambiente. *Revista Científica de Produção Animal*, Teresina, v. 8, n. 2, p. 56-65, 2006.
- BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J.; BARCELLOS, L. J. G. Jundiá (*Rhamdia sp.*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Orgs.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2010. p. 301-333.
- BOSCOLO, W. R. et al. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 87-91, 2005.
- CUNHA, M. A. et al. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. *Ciência Rural*, v. 40, n. 10, p. 2107-2114, 2010.
- DATO-CAJEGAS, C. R. S.; YAKUPITIYAGE, A. The need dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 144, n. 1-3, p. 227-327, 1996.
- FEIDEN, A. et al. Desempenho de juvenis de jundiá (*Rhamdia voulezi*) submetidos à alimentação com ração orgânica certificada e comercial. *Revista Acadêmica*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 381-387, 2010.
- FURUYA, W. M. et al. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 9, p. 1517-1522, 2008.
- HALVER, J. E.; HARDY, R. W. *Fish nutrition*. San Diego: Academy Press, 2002.
- LAZZARI, R.; BALDISSEROTTO, B. Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 591-600, 2008.
- LIMA-JÚNIOR, S. E.; CARDONE, I. B.; GOITEIN, R. Determination of a method for calculation of Allometric Condition factor of fish. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 24, n. 2, p. 397-400, 2002.
- OLIVA-TELES, A.; PIMENTEL-RODRIGUES, A. Phosphorus requirement of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. *Aquaculture Research*, Berlin, v. 35, n. 7, p. 636-642, 2004.
- OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006.
- PEZZATO, L. E. et al. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1600-1605, 2006.
- PIMENTEL-RORIGUEZ, A.; OLIVA-TELES, A. Phosphorous availability of inorganic phosphates and fish meals in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 267, n. 1-4, p. 300-307, 2007.
- REIDEL, A. *Níveis de energia e proteína na alimentação de jundiás (Rhamdia quelen) criados em tanques-rede*. 2007. 85 f. Tese (Doutorado em Aquicultura)—Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- RIBEIRO, F. B. et al. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1588-1593, 2006.
- RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 188, n. 3-4, p. 383-398, 2000.
- SHAO, Q. et al. Dietary phosphorus requirement of juvenile black seabream, *Sparus macrocephalus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 277, n. 1-2, p. 92-100, 2008.
- TD SOFTWARE. *SuperCrac*: cálculo de ração de custo mínimo. Versão 4.0. Viçosa: TD Software, 2005.