



Fósforo na alimentação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Arcangelo Augusto Signor¹, Aldi Feiden², Fábio Bittencourt³, Flávia Renata Potrich⁴,
Agnaldo Deparis⁵, Wilson Rogério Boscolo²

¹ Doutorando em Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

³ Doutorando em Aquicultura - Universidade Estadual Paulista.

⁴ Mestranda em Zootecnia - Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

⁵ Graduando em Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

RESUMO - Objetivou-se avaliar o uso de fósforo na dieta de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sobre a qualidade da água, o desempenho zootécnico, o rendimento corporal e a composição química da carcaça. Foram utilizados 100 juvenis com peso médio inicial de 25,9±1,32 g, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em 20 tanques de fibra de vidro, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, às 8; 11; 14 e 17 h, com dietas extrusadas contendo 0,40; 0,55; 0,70; 0,85 e 1,0% de fósforo total. Não foram observadas diferenças nos parâmetros de qualidade de água, com exceção da concentração de ortofosfato na água, que apresentou aumento linear. Os parâmetros de desempenho zootécnico, rendimento corporal e composição química da carcaça não diferiram entre os níveis de suplementação de fósforo na dieta. A utilização de 0,40% de fósforo total atende às exigências de fósforo de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), além de disponibilizar menor concentração de ortofosfato da água.

Palavras-chave: exigência nutricional, mineral essencial, peixe nativo, qualidade de água

Phosphorus in feed for pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

ABSTRACT - The objective of the present research was to evaluate phosphorus in diet for pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles on water quality, livestock performance, body yield and carcass chemical composition. A total of 100 juveniles, 25.9±1.32 g average weight were randomly assigned into 20 fiberglass tanks, with five treatments and four replications. The fish were fed four times a day (8 and 11 a.m.; 2 and 5 p.m.), with extruded diets containing 0.40; 0.55; 0.70; 0.85 and 1.0 % total phosphorus. No differences were observed in water quality parameters, except for the concentration of orthophosphate in water, which presented linear increase. The parameters livestock performance, body yield and carcass chemical composition showed no differences for the levels of supplementation of phosphorus in diet. The use of 0.40% total phosphorus meets the requirements of phosphorus for pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles, in addition to releasing lower concentration of orthophosphate in water.

Key Words: essential mineral, native fish, nutritional requirement, water quality

Introdução

O Brasil tem grande potencial produtivo de peixes, em função do seu clima favorável, da oferta de insumos para produção de rações e das inúmeras espécies nativas para produção em cativeiro. Entre as espécies nativas, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) destaca-se para o cultivo em tanques-rede pela fácil adaptação ao cultivo e pela baixa exigência de proteína (Fernandes et al., 2000; Signor et al., 2010) e caracteriza-se por hábito alimentar onívoro, rápido crescimento, carne de excelente qualidade e boa aceitação pelos consumidores (Jomori et al., 2003).

Os alimentos de origem vegetal utilizados na elaboração de rações contêm fósforo em sua composição, mas seu aproveitamento é variável e dependente da espécie (Hepher, 1988). De acordo com McDowell (1995), a absorção de fósforo depende de sua solubilidade no ponto de contato com a membrana absorptiva e, segundo Li et al. (1996), o grau de moagem do alimento pode influenciar a utilização deste mineral.

O fósforo é um macromineral essencial para o crescimento e a reprodução dos peixes (Roy & Lall, 2003), para a formação da estrutura óssea e para o metabolismo corporal (Ribeiro et al., 2006). A carência desse mineral na dieta pode levar a vários sinais de deficiência (Dato-

Cajegas & Yakupitiyage, 1996), como baixo desempenho e mineralização óssea deficiente (Vielma et al., 1998). A digestibilidade de lipídeos, carboidratos e energia é baixa em peixes alimentados com dietas deficientes em fósforo (Rodehutsord et al., 2000), fato que comprova a importância desse mineral nos processos de armazenagem e transferência de energia química no organismo por ATP (Lehninger et al., 1995).

O fósforo pode ser absorvido da água pelas brânquias (Hepher, 1988), entretanto o nível desse mineral dissolvido na água é relativamente baixo (Lovell, 1988), por isso é necessária sua suplementação em rações para peixes (Li et al., 1996), principalmente naquelas formuladas com ingredientes de origem vegetal.

São essenciais as informações sobre as exigências de fósforo e sua disponibilidade para formulação de rações para espécies com potenciais de cultivo. O objetivo neste trabalho foi avaliar a qualidade da água, o desempenho zootécnico, o rendimento corporal e a composição química da carcaça de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudo de manejo na Aquicultura/

GEMAq na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, por um período de 60 dias (janeiro e fevereiro de 2009). Foram utilizados 100 juvenis de pacu com peso inicial médio de $25,9 \pm 1,32$ g, distribuídos inteiramente ao acaso em 20 tanques de fibra de vidro com capacidade de 250 litros, com cinco tratamentos e quatro repetições, considerando unidade experimental cada tanque com cinco peixes.

Os peixes foram alimentados com dietas contendo 0,40; 0,55; 0,70; 0,85 e 1,0% de fósforo total, obtidos por meio da suplementação de fosfato bicálcico (Tabela 1). As rações foram extrusadas e o arraçoamento realizado quatro vezes ao dia, às 8, 11, 14 e 17 h, até a saciedade aparente dos animais.

A temperatura da água foi aferida diariamente pela manhã (8 h) e à tarde (17 h) por meio de termômetro de bulbo de mercúrio. Utilizando equipamentos portáteis (Hanna Instruments®) foram monitorados semanalmente *in situ* o oxigênio dissolvido (Misura Line ML 1010), a condutividade elétrica (HI 9146) e o pH (HI 99301).

Os parâmetros químicos da água foram realizados no início, aos 20, 40 e 60 dias do experimento. As amostras de água coletadas foram preservadas em garrafas de polietileno escuras e conservadas resfriadas para posterior análise de fósforo, amônia, nitrito e nitrato. Para cada amostra de água coletada, foram realizadas duas repetições seguindo a metodologia proposta por Mackreth et al. (1978) para o fósforo, Strickland & Parson (1972) para amônia e Koroleff et al. (1976) para nitrito e nitrato.

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações experimentais

Ingrediente (%)	Nível de fósforo				
	0,40	0,55	0,70	0,85	1,00
Farelo de soja	44,873	44,472	44,576	44,680	44,784
Milho	43,221	40,735	40,183	39,631	39,078
Arroz quirera	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Farelo de trigo	2,609	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário calcítico	2,179	1,701	1,175	0,648	0,122
Suplemento minerais + vitaminas ¹	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Óleo de soja	0,749	0,987	1,147	1,308	1,468
Sal comum	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Propionato de cálcio	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Fosfato bicálcico	-	0,734	1,549	2,364	3,178
Total	100	100	100	100	100
Nutrientes (%)					
Amido	31,354	30,518	30,174	29,830	25,486
Cálcio	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Energia digestível (kcal) ²	3000	3000	3000	3000	3000
Fibra bruta	3,756	3,898	3,895	3,888	3,884
Fósforo total	0,400	0,550	0,700	0,850	1,000
Gordura	2,986	3,210	3,351	3,492	3,633
Lisina total	1,381	1,383	1,385	1,387	1,388
Metionina total	0,381	0,379	0,379	0,378	0,378
Proteína bruta	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000

¹ Composição do Premix. Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 24.000 UI; vit. D3 - 6.000 UI; vit. E - 300 mg; vit. K3 - 30 mg; vit. B1 - 40 mg; vit. B2 - 40 mg; vit. B6 - 35 mg; vit. B12 - 80 mg; ácido fólico - 12 mg; pantotenato de cálcio - 100 mg; vit. C - 600 mg; biotina - 2 mg; colina - 1.000 mg; niacina - 20.000 mg; ferro - 200 mg; cobre - 35 mg; manganês - 100 mg; zinco - 240 mg; iodo - 1,6 mg; Cobalto - 0,8 mg.

² Abmirod (2008).

No final do período experimental, os peixes foram insensibilizados com benzocaína, contados para determinação da taxa de sobrevivência e pesados para determinação do peso final, do ganho de peso, da conversão alimentar aparente e da taxa de crescimento específico. Posteriormente, os animais foram eviscerados para análises de composição química da carcaça, segundo metodologia descrita pela AOAC (2000).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e, em caso de diferenças estatísticas, foi aplicado o teste Duncan pelo programa estatístico SAEG (1995).

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos parâmetros de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, fósforo total, amônia, nitrito e nitrato (Tabela 2), porém, os elevados coeficientes de variação

observados para os parâmetros de amônia nitrito e nitrato podem ter influenciado os resultados das análises estatísticas. O ortofosfato, no entanto, apresentou aumento linear, proporcional aos níveis de fósforo das rações.

A qualidade de água foi comparada ao disposto na Resolução Conama nº 357/2005, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Todos os dados de qualidade de água foram inferiores aos valores estabelecidos pela resolução, comprovando que os níveis de fósforo utilizados não prejudicaram a qualidade de água.

Os parâmetros de desempenho produtivo, a taxa de sobrevivência, o rendimento e a composição química da carcaça dos peixes não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas fornecidas (Tabela 3).

O ganho de peso e a conversão alimentar aparente são os parâmetros mais importantes para determinar o desempenho produtivo. No entanto, neste trabalho nenhum

Tabela 2 - Valores médios de qualidade da água do cultivo de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Qualidade de água*	Nível de fósforo					CV
	0,40	0,55	0,70	0,85	1,0	
Temperatura (°C)	24,66	24,68	24,67	24,67	24,69	1,666
pH	7,73	7,71	7,70	7,66	7,67	2,756
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,19	7,20	7,25	7,24	7,23	8,390
Condutividade elétrica (µS/cm)	92,50	92,50	91,87	93,12	92,50	4,815
Fósforo total (mg/L)	0,0061	0,0063	0,0059	0,0061	0,0070	36,561
Ortofosfato ¹ (mg/L)	0,0031	0,0032	0,0034	0,0035	0,0036	23,816
Amônia (mg/L)	0,0620	0,0890	0,0800	0,0988	0,0822	47,988
Nitrito (mg/L)	0,6507	0,6670	0,6892	0,6654	0,7800	101,304
Nitrato (mg/L)	0,0290	0,0175	0,0131	0,0167	0,0143	45,967

* ($P<0,05$)

¹ Efeito linear: ($y = 0,0009x + 0,0028$, $r^2 = 0,98$).

Tabela 3 - Valores médios de desempenho dos juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Parâmetro	Nível de fósforo					CV
	0,40	0,55	0,70	0,85	1,0	
Desempenho produtivo						
Peso inicial (g)	25,8	26,0	25,9	26,0	25,9	5,726
Peso final (g)	97,40	106,00	98,00	98,55	107,97	5,356
Ganho de peso (g)	71,6	80,4	72,1	72,5	82,1	6,515
Consumo de ração (g)	90,8	98,02	92,7	91,1	97,0	8,011
Conversão alimentar	1,26	1,21	1,29	1,26	1,18	8,454
Taxa de crescimento específico	2,21	2,31	2,21	2,22	2,38	4,161
Sobrevivência (%)	100	100	100	100	100	-
Rendimento corporal						
Peixe eviscerado (%)	87,05	87,93	88,20	87,9	87,5	0,942
Gordura visceral (%)	2,35	2,14	1,95	2,18	2,08	11,228
Índice hepatossomático (%)	2,12	1,86	1,96	1,91	2,07	10,110
Composição química da carcaça						
Umidade (%)	68,40	69,33	72,21	70,47	71,41	3,427
Proteína bruta (%)	17,58	17,37	15,89	16,58	16,55	6,412
Matéria mineral (%)	4,46	5,26	3,65	4,60	4,75	16,620
Fósforo total (%)	0,40	0,40	0,38	0,29	0,34	35,952

dos parâmetros de desempenho foi influenciado pelo nível de fósforo na dieta. Entretanto, os peixes alimentados com dietas contendo 1,0% de fósforo apresentaram maior ganho de peso, maior consumo de ração e menor índice de conversão alimentar aparente, no entanto, os valores não indicam influência significativa se comparados aos obtidos com os outros níveis de fósforo. Os baixos valores de fósforo exigidos para o pacu podem ser atribuídos ao hábito alimentar onívoro da espécie (Souza et al., 2003).

O desempenho produtivo da maioria dos peixes é influenciado pelo nível de fósforo (Miranda et al., 2000; Ribeiro et al., 2006; Furuya et al., 2008a; Furuya et al., 2008b), comprovando que o desempenho depende de dieta balanceada em fósforo. As porcentagens recomendadas para os peixes variam de acordo com a espécie, conforme relatado por Boscolo et al. (2005), de 0,74%; Ribeiro et al. (2006), 1,10%; Pezzato et al. (2006), 0,75%; Furuya et al. (2008a), 0,48%; e Furuya et al. (2008b), de 0,52%, para tilápia-do-nilo, Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004), 0,75% para “sea bream”, e Zhang et al. (2006), 0,86% para “sea bass”. Em peixes, esse mineral atua no metabolismo (Dato-Cajegas & Yakupitiyage, 1996; Roy & Lall, 2003; Ribeiro et al., 2006) e deve ser suplementado em dietas à base de ingredientes de origem vegetal.

A necessidade de fósforo em peixes depende, entre outros fatores, da constituição do trato digestório e da fonte de fósforo (Steffens, 1987). Espécies que dispõem de estômago podem absorver mais eficientemente os fosfatos de baixa solubilidade em comparação aos peixes sem estômago, porém a eficiência na retenção de fósforo diminui com o aumento na ingestão deste elemento (Bureau & Cho, 1999) e a taxa de absorção e assimilação varia entre as espécies, portanto suas exigências também variam (Hepher, 1988).

A utilização de enzimas exógenas pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência do aproveitamento do fósforo presente nos alimentos. Os peixes são animais monogástricos e não secretam a enzima fitase, responsável pela quebra e absorção do fósforo, que, em vegetais, encontra-se na forma de ácido fítico (Bock et al., 2007). Estudos demonstram que a utilização de fitase em rações para peixes pode reduzir os níveis de inclusão de fósforo inorgânico (Furuya et al., 2001; Furuya et al., 2004; Bock et al., 2006; Bock et al., 2007).

Entre os minerais exigidos pelos animais, o cálcio e o fósforo são os requeridos em níveis mais elevados (Robinson et al., 1987). Aproximadamente 90% do fósforo na carcaça de peixes está presente nos ossos e nas escamas (Lovell, 1988). Informações sobre as exigências de fósforo

de cada espécie e a disponibilidade desse mineral nos alimentos são essenciais para formulação de rações de baixo custo e que reduzam a excreção para o ambiente (Peñaflorida, 1999).

Os níveis de fósforo não influenciaram o desempenho produtivo, o rendimento e a composição química, fato que confirma a importância deste estudo em peixes de cultivo, porém são necessários mais estudos para avaliação de todas as características que envolvem o processo produtivo. Rações que atendam às exigências nutricionais, inclusive de fósforo, são importantes para os cálculos de capacidade de suporte de reservatórios com cultivo em tanques-rede, pois esse mineral é um potencial poluidor dos ambientes aquáticos.

Conclusões

O nível de 0,40% de fósforo total atende às exigências para o desempenho produtivo de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), além de disponibilizar a menor concentração de ortofosfato na água.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos em Manejo e Aquicultura (GEMAq) e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, câmpus de Toledo por disponibilizar a estrutura e viabilizar o experimento.

Referências

- ABIMORAD, E.G. **Digestibilidade e exigência de aminoácidos para juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2008. 87f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 17.ed. Arlington, 2000. (CD-ROM).
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2198-2202, 2006.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase em rações para tilápia do Nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1455-1461, 2007.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A. et al. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.87-91, 2005.
- BUREAU, D.P.; CHO, C.Y. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. **Aquaculture**, v.179, p.127-140, 1999.
- CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res_35705.pdf>. Acesso em: 21 set. 2009.

- DATO-CAJEGAS, C.R.S.; YAKUPITIYAGE, A. The need dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. **Aquaculture**, v.144, n.1-3, p.227-327, 1996.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKAMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, 246-253, 2000.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. et al. Fitase na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p. 924-929, 2001.
- FURUYA, W.M.; NEVES, P.R.; SILVA, L.C.R. et al. et al Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão de sexo. **Acta Scientiarum**, v.26, n.3, p.299-303, 2004.
- FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D. et al., Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-Nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.961-966, 2008a.
- FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D. et al. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1517-1522, 2008b.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. New York: Cambridge University Press, 1988. 388p.
- JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. et al. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p.277-287, 2003.
- KOROLEFF. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed). **Methods of sea water analysis**. Verlag Chemie Weinheim, 1976. p.117-181.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.
- LI, M.H.; ROBINETE, H.R.; ROBINSON, E.H. Efficacy of dicalcium and defluorinated rock phosphates as dietary phosphorus sources for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.147, n.1-2, p.107-114, 1996.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 260p.
- MACKERETH, J.F.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n.36, p.121, 1978.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and hman nutrition**. London: Academic Press, 1995. 524p.
- MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E. et al. Relação calcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6., p.2162-2171, 2000.
- OLIVA-TELES, O.; PIMENTEL-RODRIGUES, A.M.P. Phosphorus requirements of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. **Aquaculture Research**, v.35, p.636-642, 2004.
- PEÑAFLOIDA, A.D. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v.172, n.3-4, p.281-289, 1999.
- PEZZATO, L.E.; ROSA, M.J.S.; BARROS, M.M. et al. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1600-1605, 2006.
- RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1588-1593, 2006.
- RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1588-1593, 2006 (supl.).
- ROBINSON, E.H.; LABOMASCUS, D.; BROWN, P.B. et al. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium-free water. **Aquaculture**, v.64, p.267-276, 1987.
- 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**, v.188, p.383-398, 2000.
- ROY, P.K.; LALL, S.P. Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). **Aquaculture**, v.221, p.451-468, 2003.
- SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. et al. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010.
- SOUZA, V.L.; URBINATI, E.C.; MARTINS, M.I.E.G. et al. Avaliação do Crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.19-28, 2003.
- STEFFENS, W. **Princípios fundamentais de la alimentation de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1987. 275p.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. **A pratical handbook of sea water analysis**. Fish Research. Board of Canada. Ottawa, 1972. 310p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário).
- VIELMA, J.; LALL, S.P.; KOSKELA, J. et al. Effects of dietary phytase and cholecalciferol on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.182, p.349-362, 1998.
- ZHANG, C.; MAI, K.; AI, Q. et al. Dietary phosphorus requeriment of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture**, v.255, p.201-209, 2006.