

Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo

Fabiana Dieterich⁽¹⁾, Wilson Rogério Boscolo⁽¹⁾, Juliana Alice Lösh⁽²⁾, Aldi Feiden⁽¹⁾,
Wilson Massamitu Furuya⁽³⁾ e Arcangelo Augusto Signor⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus de Marechal Cândido Rondon, Caixa Postal 91, CEP 85960-000 Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: fabianadieterich@yahoo.com.br, wilsonboscolo@hotmail.com, aldifeiden@gmail.com ⁽²⁾Unioeste, Campus de Toledo, Rua da Faculdade, nº 645, CEP 85903-000 Toledo, PR. E-mail: juliali_sh@hotmail.com ⁽³⁾Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, nº 5.790, CEP 87020-900 Maringá, PR. E-mail: wmfuruya@uem.br, angelo_signor@hotmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar fontes de fósforo em rações orgânicas, para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos: farinha de resíduos de peixes, fosfato bicálcico e a combinação de ambos, com seis repetições. Duzentos e setenta alevinos e 180 juvenis foram distribuídos em tanques experimentais de 250 e 500 L, respectivamente, e alimentados com rações à base de ingredientes com certificação de origem orgânica contendo 32 e 28% de proteína bruta, respectivamente. Foram avaliados: qualidade da água de cultivo, índices zootécnicos e composição centesimal da carcaça dos peixes. As fontes de fósforo não influenciaram os parâmetros avaliados em alevinos. Juvenis alimentados com a dieta contendo farinha de resíduos de peixes obtiveram melhores índices zootécnicos, em comparação ao fosfato bicálcico, não tendo diferido da combinação entre as fontes. Os valores de fósforo na água ficaram acima dos preconizados pela Resolução 357/2005 do Conama. Para alevinos, é adequado utilizar farinha de resíduos de peixes, fosfato bicálcico ou sua combinação como principal fonte de fósforo e, para juvenis, é adequado utilizar farinha de resíduos de peixes ou a sua combinação com fosfato bicálcico, em rações orgânicas, para melhor desempenho produtivo.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, farinha de peixe, fosfato bicálcico, piscicultura orgânica, qualidade de água.

Phosphorus sources in organic diets for fingerlings and juveniles of Nile tilapia

Abstract – The objective of this work was to evaluate phosphorus sources in organic diets for fingerlings and juvenile Nile tilapia. The experimental design was a completely randomized block, with three treatments: fish waste meal, dicalcium phosphate, and their combination, with six replicates. Two hundred and seventy fingerlings and 180 juveniles were divided into experimental tanks of 250 and 500 L, respectively, and fed diets based on ingredients from certified organic origin containing 32 and 28% crude protein, respectively. Quality of water for cultivation, production indexes and proximate composition of fish carcass were evaluated. Phosphorus sources did not influence the evaluated parameters in fingerlings. Juveniles fed the diet containing fish waste meal had better biological indexes, compared to dicalcium phosphate and did not differ from their combination. The values of phosphorus in the water were above the recommended by the Resolution 357/2005 from Conama. For fingerlings, it is appropriate to use fish waste meal, dicalcium phosphate or its combination as the main source of phosphorus, and, for juveniles, it is appropriate to use fish waste meal or its combination with dicalcium phosphate in organic diets for better production performance.

Index terms: *Oreochromis niloticus*, fish meal, dicalcium phosphate, organic fish farming, water quality.

Introdução

A piscicultura orgânica difere da convencional, pois tem como objetivo a produção em harmonia com o meio ambiente, ao utilizar práticas que procuram se assemelhar às condições naturais dos organismos. Porém, ainda há muitas questões que devem ser elucidadas para alcançar eficiência produtiva em

termos de alimentação, manejo, profilaxia e controle dos efluentes produzidos.

Para receber o selo de certificação de produto de origem orgânica, o peixe necessita ser criado, como regra básica, com alimentos (grãos) sem a utilização de agrotóxicos ou adubação química. Vários trabalhos foram realizados para avaliar a substituição da farinha de peixe em rações de organismos aquáticos por fontes

de origem vegetal ou por fontes de origem animal produzidas pela agroindústria, como as farinhas de carne e ossos ou vísceras de aves, entre outras (Sugiura et al., 1998; Oliveira et al., 2006; Hernández et al., 2010). No entanto, a utilização de farinhas de origem animal (aves, suínos, bovinos) em rações para peixes orgânicos não é permitida pelas empresas certificadoras. As rações com inclusão de farinhas de peixes obtidas de resíduos da industrialização de pescado e peixes não adequados ao consumo humano são permitidas pelas certificadoras de produtos de origem orgânica, desde que não sejam resíduos do processamento da mesma espécie a ser criada (Naturland, 2004).

A farinha de resíduos de pescado contém aproximadamente 55% de proteína e é fonte rica em minerais, como o fósforo. Uma inclusão de 10 a 15% de farinha de resíduos da industrialização de pescado em rações à base de milho, trigo e farelo de soja supre a exigência de fósforo para a tilápia (Boscolo et al., 2005a).

O fósforo é considerado nutriente essencial para a formação da estrutura óssea e para o metabolismo corporal. Portanto, a sua presença em concentração adequada nas rações é imprescindível para atender à exigência nutricional do animal.

Apesar da importância comercial das tilápias no Brasil, são poucas as informações sobre a alimentação e o cultivo de peixes com rações orgânicas, embora seja uma atividade com grande potencial de expansão, uma vez que, do total de estabelecimentos produtores de orgânicos (90.497), apenas 0,41% dedicam-se à aquicultura (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006). Em virtude da valorização comercial do produto orgânico, tornam-se fundamentais pesquisas para avaliar rações que permitam o máximo desempenho dos peixes e que não sejam impactantes ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de fontes de fósforo em rações orgânicas, para alevinos e juvenis de tilápia-do-nylo.

Material e Métodos

As rações foram formuladas com milho, trigo e farelo de soja com certificação orgânica, conforme as normas da Naturland para aquicultura orgânica (Naturland, 2004). Para sua inclusão nas rações, foi realizada análise bromatológica dos ingredientes das

rações (milho, trigo, farelo de soja e farinha de peixe) no Laboratório de Controle de Qualidade, do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (Gemaq), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Foram elaboradas três rações com diferentes fontes de fósforo: farinha de resíduos da industrialização de pescado de origem marinha (FP); fosfato bicálcico (FB); e combinação de FP e FB (50% de FP e 50% de FB) (Tabelas 1 e 2). As rações, com 28 e 32% de proteína bruta (PB), para alevinos e juvenis, respectivamente, apresentavam-se isoenergéticas, isoproteicas, isofosfóricas e isocálcicas, com base nos dados do National Research Council (1993), de Boscolo et al. (2003; 2005a). Os coeficientes de digestibilidade aparente foram baseados em Boscolo et al. (2002) e Pezzato et al. (2002). As rações foram fornecidas até a saciedade aparente na forma extrusada, quatro vezes ao dia (às 8, 11, 14 e 17h).

Foram realizados dois experimentos por um período de 60 dias cada um, no Laboratório de Aquicultura do Gemaq, da Unioeste, em Toledo, PR, entre novembro e dezembro de 2009. No primeiro experimento, foram utilizados 270 alevinos de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus* L.) com peso inicial de $0,88 \pm 0,33$ g, que foram distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 250 L. No segundo experimento, foram utilizados 180 juvenis de tilápia-do-nylo com peso inicial de $13,63 \pm 1,05$ g, que foram distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 500 L, em sistema "indoor" e de recirculação contínua sem biofiltro. Em ambos os experimentos, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Aproximadamente 10% da água foi renovada diariamente por meio de sifonagem para retirada das fezes e eventuais sobras de ração e, posteriormente, repostas.

A temperatura da água foi monitorada diariamente pela manhã e pela tarde antes de se realizar a sifonagem. O pH, a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente, por meio de equipamentos eletrônicos digitais. Foram utilizados medidores portáteis de pH – TEC-3P-MP (Tecnal, Piracicaba, SP); de condutividade elétrica – Alfakit AT 230 (Alfakit, Florianópolis, SC); e de oxigênio dissolvido – Hanna HI 9142 (Hanna, São Paulo, SP). Amostras de água de cada unidade experimental foram coletadas no início, aos 30 e aos

60 dias do experimento, para avaliação de amônia, segundo Strickland & Parson (1972), e de nitrito, fósforo e nitrato, de acordo com Mackereth et al. (1978).

Ao final do experimento, os peixes foram anestesiados e eutanasiados com benzocaína (250 mg L⁻¹), e, em seguida, pesados e medidos para avaliar ganho de peso (g), comprimento final (cm), conversão alimentar e sobrevivência (%). Posteriormente, avaliou-se a composição química em relação à umidade, à proteína bruta, ao extrato etéreo, às cinzas e ao fósforo, conforme Silva (1990).

Tabela 1. Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas à base de ingredientes com certificação de origem orgânica, utilizadas para avaliação de fontes de fósforo para alevinos de tilápia-do-nilo.

Ingredientes ⁽¹⁾	Fontes de fósforo		
	FP ⁽²⁾	FB ⁽³⁾	FP+FB ⁽⁴⁾
Milho ⁽⁵⁾	42,15	32,22	37,20
Farelo de soja ⁽⁵⁾	31,82	57,88	44,83
Farinha de resíduos de peixe	19,73	0,00	9,88
Trigo grão ⁽⁵⁾	5,00	5,00	5,00
Suplemento mineral e vitamínico ⁽⁶⁾	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,00	1,05	0,52
Sal comum	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico	0,00	1,78	0,89
Óleo de soja orgânico	0,00	0,77	0,38
Total	100	100	100
Nutrientes (%)			
Amido	30,02	24,61	27,32
Cálcio	1,04	1,04	1,04
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3.303	3.303	3.303
Fibra bruta	2,28	2,21	2,75
Fósforo total	0,80	0,80	0,80
Gordura	4,93	6,02	5,47
Lisina ⁽⁷⁾	1,91	1,79	1,85
Metionina + cistina ⁽⁷⁾	1,06	0,94	1,00
Metionina ⁽⁷⁾	0,61	0,45	0,53
Proteína digestível	27,69	27,71	27,70
Proteína bruta	32,00	32,00	32,00

⁽¹⁾Rações formuladas conforme normas de certificação orgânica (Naturland, 2004). ⁽²⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de farinha de resíduos de peixe marinho. ⁽³⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de fosfato bicálcico. ⁽⁴⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico. ⁽⁵⁾Alimentos com certificação orgânica. ⁽⁶⁾Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A, 500.000 UI; vitamina D3, 200.000 UI; vitamina E, 5.000 mg; vitamina K3, 1.000 mg; vitamina B1, 1.500 mg; vitamina B2, 1.500 mg; vitamina B6, 1.500 mg; vitamina B12, 4.000 mg; ácido fólico, 500 mg; pantotenato Ca, 4.000 mg; vitamina C, 15.000 mg; biotina, 50 mg; inositol, 10.000; nicotinamida, 7.000; colina, 40.000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5.000 mg; I, 50 mg; Mn, 1.500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5.000 mg. ⁽⁷⁾Rostagno et al. (2000).

A retenção de fósforo foi estimada por meio da equação, $RF (\%) = \{[(P_f \times F_f) - (P_i \times F_i)]100 / (CR \times F)\}$, em que: P_f é o peso médio final dos peixes; F_f é a percentagem média de fósforo corporal final; P_i é o peso médio inicial dos peixes; F_i é a percentagem média de fósforo corporal inicial; CR é o consumo de ração; e F é a percentagem de fósforo na dieta experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, em caso de diferença, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, com uso do programa SAEG (1997).

Tabela 2. Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas à base de ingredientes com certificação de origem orgânica, utilizadas para avaliação de fontes de fósforo para juvenis de tilápia-do-nilo.

Ingredientes ⁽¹⁾	Fontes de fósforo		
	FP ⁽²⁾	FB ⁽³⁾	FP+FB ⁽⁴⁾
Milho ⁽⁵⁾	50,89	42,78	46,73
Farelo de soja ⁽⁵⁾	26,73	47,98	37,51
Farinha de resíduos de peixe	16,08	0,00	7,99
Trigo grão ⁽⁵⁾	5,00	5,00	5,00
Suplemento mineral e vitamínico ⁽⁶⁾	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,00	0,87	0,44
Sal comum	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico	0,00	1,45	0,73
Óleo de soja orgânico	0,00	0,62	0,3
Total	100	100	100
Nutrientes (%)			
Amido	35,31	30,90	33,10
Cálcio	0,86	0,86	0,86
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3.254	3.254	3.254
Fibra bruta	2,24	2,99	2,61
Fósforo total	0,70	0,70	0,70
Gordura	4,66	5,54	5,09
Lisina ⁽⁷⁾	1,62	1,52	1,57
Metionina + cistina ⁽⁷⁾	0,94	0,84	0,89
Metionina ⁽⁷⁾	0,53	0,40	0,46
Proteína digestível	24,21	24,22	24,21
Proteína	28,00	28,00	28,00

⁽¹⁾Rações formuladas conforme normas de certificação orgânica (Naturland, 2004). ⁽²⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de farinha de resíduos de peixe marinho. ⁽³⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de fosfato bicálcico. ⁽⁴⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico. ⁽⁵⁾Alimentos com certificação orgânica. ⁽⁶⁾Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A, 500.000 UI; vitamina D3, 200.000 UI; vitamina E, 5.000 mg; vitamina K3, 1.000 mg; vitamina B1, 1.500 mg; vitamina B2, 1.500 mg; vitamina B6, 1.500 mg; vitamina B12, 4.000 mg; ácido fólico, 500 mg; pantotenato Ca, 4.000 mg; vitamina C, 15.000 mg; biotina, 50 mg; inositol, 10.000; nicotinamida, 7.000; colina, 40.000 mg; Co, 10 mg; Cu, 500 mg; Fe, 5.000 mg; I, 50 mg; Mn, 1.500 mg; Se, 10 mg; Zn, 5.000 mg. ⁽⁷⁾Rostagno et al. (2000).

Resultados e Discussão

As fontes de fósforo avaliadas não afetaram os parâmetros zootécnicos de alevinos de tilápia-do-nylo (Tabela 3).

Em juvenis, não houve efeito das rações quanto à sobrevivência e à taxa de eficiência proteica. Entretanto, os peixes alimentados com a dieta suplementada somente com fosfato bicálcico obtiveram menor peso final e ganho de peso, em comparação aos alimentados com as dietas suplementadas com fósforo proveniente da FP e suplementadas com 50% de FB e 50% de FP. O menor índice de conversão alimentar aparente foi observado para os peixes alimentados com suplementação de fósforo proveniente da FP, que não diferiu dos que receberam ração com 50% de FB e 50% de FP. A maior taxa de crescimento específico foi observada para os peixes que receberam rações com FP, quando comparados aos alimentados com rações suplementadas com FB ou FP+FB.

Não foram observadas diferenças significativas entre as suplementações de fósforo para os alevinos de tilápia, o que pode estar relacionado ao maior teor proteico da ração (32% de PB) e à sua composição de aminoácidos. As concentrações de metionina + cistina das rações variaram de 0,94, 1,00 a 1,06%, para as rações com FB, FP+FB e FP, respectivamente, os quais atendem à exigência da espécie estabelecida por Bomfim et al. (2008). Estes autores observaram que 0,91% de metionina + cistina total proporcionou melhores resultados de desempenho de alevinos de tilápia-do-nylo.

Os melhores resultados de desempenho e peso final de juvenis de tilápia-do-nylo submetidos aos tratamentos suplementados com FP e FP+FB podem ser justificados em função dos baixos teores de metionina

+ cistina (0,84%), na dieta contendo FB como fonte suplementar de fósforo, quando comparada às dietas com suplementação à base de farinha de peixe (0,94%) e com suplementação de fósforo à base de 50% de FB e 50% de FP (0,89%), todas contendo 28% de PB. De acordo com Furuya et al. (2004), a utilização de 1% de metionina + cistina na ração proporciona melhores resultados de desempenho em juvenis de tilápia-do-nylo.

No presente trabalho, as dietas com suplementação à base de FP e com suplementação de fósforo proveniente da FP+FB apresentaram maior percentual de metionina, 0,53 e 0,46%, respectivamente, quando comparadas à dieta contendo suplementação de fósforo à base de FB. Essa característica é considerada positiva ao cultivo orgânico de peixes, uma vez que a suplementação de aminoácidos industriais é uma prática utilizada para suprir aminoácidos limitantes em rações que não sejam permitidas em cultivos de peixe com certificação orgânica. Os resultados obtidos para juvenis confirmaram os efeitos benéficos da FP nas rações, o que proporcionou os melhores resultados produtivos, principalmente por meio do perfil de aminoácidos que contém este alimento.

Outro fator que pode explicar o melhor desempenho dos peixes alimentados com rações contendo farinha de peixe refere-se ao melhor coeficiente de digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes da farinha de peixe, que apresenta 88,13% de digestibilidade da proteína, 84,74 de digestibilidade da energia e 92,51% de digestibilidade da metionina, aminoácido essencial na dieta desta espécie (Boscolo et al., 2008). Estes autores relataram que a farinha de tilápia apresentou alto coeficiente de digestibilidade do fósforo (70,44%), com 1,94% de fósforo disponível para tilápia-do-nylo, tendo-se caracterizado como ingrediente com potencial

Tabela 3. Desempenho zootécnico de alevinos e juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com rações orgânicas contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetro	Alevinos			CV (%)	Juvenis			CV (%)
	FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾		FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾	
Peso final (g)	13,13	12,42	12,72	13,46	42,41a	33,46b	42,61a	6,48
Ganho de peso (g)	12,15	11,44	11,75	14,62	28,69a	19,31b	28,51a	10,19
Ganho de peso (%)	1239	1.167	1.211	14,62	203,19a	136,56b	202,34a	38,23
Conversão alimentar aparente	1,51	1,57	1,56	22,45	1,56b	1,80a	1,68ab	5,57
Taxa de crescimento específico	2,08	2,05	2,18	23,27	2,30a	1,98b	2,12b	6,74
Taxa de eficiência proteica	2,20	2,00	2,10	17,04	2,30	2,00	2,10	16,99
Sobrevivência (%)	83,33	85,55	81,11	11,90	100	100	96,66	3,02

⁽¹⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de farinha de resíduos de peixe marinho. ⁽²⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de fosfato bicálcico.

⁽³⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

para ser incluído em rações para tilápia-do-nilo. Contudo, como as normas de cultivo orgânico de peixes não permitem a inclusão de resíduos do processamento da mesma espécie a ser cultivada, a utilização dos resíduos de peixes marinhos constitui excelente fonte alternativa, em função da sua composição e do seu perfil de aminoácidos.

A conversão alimentar aparente para os alevinos variou de 1,51 a 1,57, semelhantemente ao observado por Pontes (2000), que verificou índice de conversão de 1,48, com níveis de inclusão de farinha de peixe de 0 a 60%, sem influência dos níveis avaliados no desempenho produtivo dos alevinos de tilápia-do-nilo ($p>0,05$).

Os valores de conversão alimentar aparente para os juvenis avaliados no presente trabalho corroboram os de Furuya et al. (2008a), que observaram índices de conversão de 1,55, ao avaliar fósforo disponível para tilápia-do-nilo entre 35 e 100 g. Estes valores foram verificados para peixes alimentados com dietas contendo 0,35% de fósforo disponível. Entretanto, o ganho de peso observado por estes autores foi de 52,91%, inferior ao valor encontrado no presente trabalho, de 136,56%, para peixes alimentados com fosfato bicálcico, que foi a menor taxa entre as fontes de fósforo observadas.

Quanto à sobrevivência, os valores observados no presente trabalho para alevinos de tilápia-do-nilo foram semelhantes aos obtidos por Boscolo et al. (2005b) com suplementação de 0,75% de fósforo disponível (0,80% de fósforo total) na dieta, o que indica que as fontes de fósforo avaliadas não interferem na sobrevivência e podem ser utilizadas com sucesso nas rações para peixes.

A composição centesimal da carcaça dos alevinos de tilápia-do-nilo não diferiu entre as fontes de fósforo

avaliadas (Tabela 4). Para juvenis, houve diferença apenas para taxa de eficiência de retenção de fósforo, no tratamento com FB, que apresentou maior taxa do que o com FP, mas não diferiu do tratamento FP+FB.

Os valores de composição química para os alevinos e os juvenis alimentados com diferentes fontes de fósforo, que variaram de 70,99 a 72,50% para umidade, de 14,62 a 14,85% para proteína, de 7,58 a 8,52% para lipídios e de 4,08 a 4,37% para cinzas, estão dentro dos valores descritos por Ogawa & Maia (1999). A exceção foram as cinzas, com valores superiores aos relatados por estes autores, que descreveram a composição química do pescado com 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína, 1 a 2% de cinza e 0,6 a 36% de lipídios.

Ao avaliar a exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo, Furuya et al. (2008b) observaram valores de proteína de 18,18% e de lipídios na carcaça de 3,46%, que são superiores e inferiores, respectivamente, aos observados no presente trabalho. Hernández et al. (2010), em estudo sobre a substituição de farinha de peixe por farinhas de suínos e aves, para alevinos de tilápia-do-nilo, verificaram teores de proteína de 18,6% e de lipídios de 6,3%, para peixes alimentados com dieta contendo farinha de peixe. Foram observadas variações entre os valores de composição corporal descritos na literatura e os do presente trabalho. Assim, os resultados de composição centesimal variam de acordo com a espécie do peixe, a fase de cultivo e a parte corporal do peixe a ser analisada. Neste trabalho, foi utilizado o peixe inteiro, o que pode explicar as diferenças em relação à literatura.

Os teores de fósforo na carcaça dos alevinos de tilápia alimentados com rações orgânicas suplementadas com diferentes fontes de fósforo foram semelhantes aos obtidos por Ribeiro et al. (2006), que, ao avaliar

Tabela 4. Composição centesimal (g por 100 g) da carcaça de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetro	Alevinos			CV (%)	Juvenis			CV (%)
	FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾		FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾	
Umidade	71,85	72,47	71,94	1,26	72,50	70,99	72,47	2,26
Proteína	14,85	14,62	14,77	5,31	14,70	14,72	14,64	5,05
Lipídios	8,52	7,58	8,18	10,56	8,11	7,99	8,22	12,00
Cinzas	4,11	4,23	4,14	7,18	4,37	4,25	4,08	7,05
Fósforo	0,32	0,33	0,32	5,11	4,08	4,11	4,22	9,78
Retenção de fósforo	28,00	22,00	26,00	25,19	32,00b	37,00a	36,00ab	8,93

⁽¹⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de farinha de resíduos de peixe marinho. ⁽²⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de fosfato bicálcico.

⁽³⁾Dieta com suplementação de fósforo à base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

dietas com suplementação de 0,73% de fósforo total, observaram 0,35% de fósforo na carcaça de alevinos de tilápia-do-nilo. Jahan et al. (2001), para alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.), verificaram 0,5% de fósforo na carcaça dos animais e concluíram que rações com 25% de farinha de peixe proporcionam menor taxa de retenção de fósforo, em comparação a dietas com 10% de farinha de peixe e com suplementação de farinha de sangue, farinha de pena de aves e farelo de soja desengordurado. Isso pode ser atribuído ao fato de a farinha de peixe conter altos teores de fosfato tricálcico, que é indisponível para alevinos de carpa, o que indica que a inclusão de 15 a 20% de farinha de peixe em dietas para carpa comum é mais eficiente. Em peixes sem estômago, como a carpa, a digestão ácida é comprometida, pois o conteúdo do trato digestivo é alcalino, uma vez que não ocorre secreção gástrica, o que prejudica a disponibilização de fontes de fósforo, como a farinha de peixe. O pH estomacal ácido da tilápia-do-nilo de 1,25 a 1,60 (Kubitza, 2000) possibilita o bom aproveitamento das fontes de fósforo utilizadas.

Por ser um nutriente essencial na formação da estrutura óssea e na reprodução do animal, a deficiência em fósforo resulta em deformidades em diversas regiões do corpo. No entanto, ao término do período experimental, não foi observado nenhum tipo de deformidade corporal.

Em estudo com carpas alimentadas com dietas comerciais contendo diferentes níveis de fósforo, Jahan et al. (2001) observaram valores de taxa de eficiência de retenção de fósforo de 34,4%, em carpas alimentadas com a dieta controle contendo 20% de inclusão de farinha de peixe, e de 15,4%, para carpas alimentadas com ração comercial. Esses valores são próximos aos do presente trabalho para o tratamento com FB, embora inferiores. Segundo estes autores, a

retenção de fósforo pode ser influenciada pelo conteúdo de fósforo disponível na dieta.

Durante o período experimental, a média da temperatura, o pH, o oxigênio dissolvido e a condutividade foram, respectivamente: 25,4±0,3°C, 7,63±0,24, 6,66±0,13 mg L⁻¹ e 80,0±9,01 μS cm⁻¹ para alevinos; e 25,7±0,4°C, 7,53±0,19, 6,49±0,18 mg L⁻¹ e 81,0±8,89 μS cm⁻¹ para juvenis. Esses valores estão na faixa aceitável para a criação de peixes de clima tropical.

Em relação à qualidade de água do cultivo de alevinos e juvenis alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo, não foi observada diferença (p>0,05) entre os tratamentos (Tabela 5).

Os teores máximos de amônia de 0,33 mg L⁻¹ e de nitrato de 0,69 mg L⁻¹ ficaram abaixo dos valores estabelecidos pela legislação brasileira. Os valores obtidos nas análises de fósforo para os três tratamentos encontram-se acima de 0,030 mg L⁻¹ de P, limite máximo de fósforo para água doce classe 2 em ambientes lênticos, preconizado por Brasil (2005). Cabe destacar que o valor inicial de P da água de abastecimento dos experimentos foi de 0,037 mg L⁻¹, valor este acima do limite da referida legislação. Ao se considerar o valor inicial de fósforo na água de cultivo, houve incremento médio de 0,27 mg L⁻¹, que está associado à lixiviação do fósforo da ração e à liberação de resíduos pela espécie cultivada (Araripe et al., 2006). Valores superiores de fósforo (0,59 mg L⁻¹) no efluente de piscicultura orgânica foram observados por Gentelini et al. (2008). No entanto, após o tratamento do efluente com uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) e egeria (*Egeria densa*), com tempo de detenção hidráulica equivalente à 12 horas, esses valores diminuíram para 0,35 e 0,34 mg L⁻¹ de fósforo, respectivamente, tendo-se assemelhado aos valores obtidos no presente trabalho.

Tabela 5. Parâmetros de qualidade de água do cultivo de alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetro	Alevinos			CV (%)	Juvenis			CV (%)
	FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾		FP ⁽¹⁾	FB ⁽²⁾	FP+FB ⁽³⁾	
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,63	0,69	0,69	32,58	0,58	0,56	0,6	32,92
Amônia (mg L ⁻¹)	0,29	0,33	0,31	42,94	0,29	0,06	0,25	61,30
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,04	0,07	0,04	83,37	0,06	0,31	0,06	54,49
Fósforo (mg L ⁻¹)	0,30	0,32	0,27	33,68	0,28	0,25	0,25	36,53

⁽¹⁾Dieta com fonte de fósforo à base de farinha de resíduos de peixe marinho. ⁽²⁾Dieta com fonte de fósforo à base de fosfato bicálcico. ⁽³⁾Dieta com fonte de fósforo à base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

Medidas alternativas podem ser utilizadas para o uso e o tratamento da água oriunda da aquicultura, como demonstrado por Castro et al. (2005) em estudo dos efeitos de efluente de piscicultura e água de poço na irrigação de tomate-cereja. De acordo com estes autores, os valores de peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e peso médio de fruto do tomate-cereja indicam tendência de superioridade com uso de efluente de piscicultura para irrigação, em comparação à água de poço.

Em peixes, a presença da enzima fitase não é significativa (Sugiura et al., 2001), e o uso de fitase em rações pode ser alternativa para a redução dos teores de fósforo inorgânico das rações e para o auxílio na redução dos impactos causados pelo fósforo em sistemas de produção aquícola (Bock et al., 2006).

A farinha de peixes e a associação de farinha de peixes com fosfato bicálcico podem ser utilizadas como principais fontes de minerais, com destaque para o fósforo, em rações para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo. Para juvenis, além dos teores de minerais, é importante considerar a energia e os demais nutrientes da ração, principalmente os aminoácidos.

Conclusões

1. O fosfato bicálcico, a farinha de resíduos de peixe e a combinação de ambos, como principais fontes de fósforo em rações de origem orgânica, são adequados para a alimentação de alevinos de tilápia-do-nilo.

2. Para a alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo, a farinha de resíduos de peixes ou a sua associação com o fosfato bicálcico, em rações de origem orgânica, proporciona melhor desempenho produtivo.

Agradecimentos

À Fundação Araucária e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

Referências

ARARIPE, M. de N.B. de A.; FRANÇA SEGUNDO, L.F.; LOPES, J.B.; ARARIPE, H.G. de A. Efeito do cultivo de peixes em tanques rede sobre o aporte de fósforo para o ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, p.56-65, 2006.

BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A.; BARROS, M.M. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações

por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2197-2202, 2006.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S.; RIBEIRO, F.B.; TAKISHITA, S.S. Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.783-790, 2008.

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A.; SIGNOR, A.; GENTELINI, A.L.; SOUZA, B.E. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, p.87-91, 2005a.

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; REIDEL, A.; BROLL, F.; HOLDEFER, A.; SANTOS, R.V.; MARANHÃO, T.C.F. Exigência de fósforo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Varia Scientia**, v.3, p.115-124, 2003.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A.A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v.38, p.2579-2586, 2008.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A.A. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1425-1432, 2005b.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.539-545, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-63.

CASTRO, R.S.; AZEVEDO, C.M.S.B.; BARBOSA, M.B. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, p.396-399, 2005.

FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D. dos; SILVA, T.S. de C.; SILVA, L.C.R. da; MICHELATO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.961-966, 2008a.

FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D. dos; SILVA, T.S. de C.; SILVA, L.C.R. da; SALES, P.J. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1517-1522, 2008b.

FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C.; SAKAGUTI, E.S.; FURUYA, V.R.B. Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v.34, p.1933-1937, 2004.

GENTELINI, A.L.; GOMES, S.D.; FEIDEN, A.; ZENATTI, D.; SAMPAIO, S.C.; COLDEBELLA, A. Produção de biomassa das

- macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.441-448, 2008.
- HÉRNANDEZ, C.; OLVERA-NOVOA, M.A.; HARDY, R.W.; HERMOSILLO, A.; REYES, C.; GONZÁLEZ, B. Complete replacement of fish meal by porcine and poultry by-product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: digestibility and growth performance. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.44-53, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777p.
- JAHAN, P.; WATANABE, T.; SATOH, S.; KIRON, V. Formulation of low phosphorus loading diets for carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture Research**, v.32, p.361-368, 2001.
- KUBITZA, F. **Tilápia**: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: Kubitza, 2000. 289p.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis**: some revised methods for limnologists. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1978. 121p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes**. Washington: National Academy, 1993. 102p.
- NATURLAND. **Agricultura orgânica**: naturland normas para la acuicultura orgánica. Gräfelfing: Naturland, 2004. 21p.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca**. São Paulo: Varela, 1999.
- OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; LOGATO, P.V.R. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.1196-1204, 2006.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. de; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; BARROS, M.M.; ROSA, G.J.M.; LANNA, E.A.T. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.24, p.965-971, 2002.
- PONTES, E.C. **Níveis de farinha de peixe em rações para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2000. 71p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; DONZELE, J.L.; FREITAS, A. de S.; SOUZA, M.P. de; QUADROS, M. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1588-1593, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F. de; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- SAEG: sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa: UFV, 1997. 150p.
- SILVA, D.J. da. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. **A practical handbook of seawater analysis**. Ottawa: Fisheries Research Board, 1972. 310p.
- SUGIURA, S.H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K.; HARDY, R.W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v.159, p.177-202, 1998.
- SUGIURA, S.H.; GABAUDAN, J. DONG, F.M.; HARDY, R.W. Dietary microbial phytase supplementation and the utilization of phosphorus, trace minerals and protein by rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)] fed soybean meal-based diets. **Aquaculture Research**, v.32, p.583-592, 2001.

Recebido em 22 de fevereiro de 2011 e aprovado em 30 de janeiro de 2012