



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
CURSO DE ZOOTECNIA**

WESLEY FERNANDES BRAGA

**SUPLEMENTAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM DIETAS
PARA ALEVINOS DE KINGUIO (*Carassius auratus*)**

JATAÍ-GO

2012

WESLEY FERNANDES BRAGA

**SUPLEMENTAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM DIETAS PARA ALEVINOS
DE KINGUIO (*Carassius auratus*)**

**Relatório de projeto orientado apresentado
ao Colegiado do Curso de Zootecnia, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia.**

**Orientador
Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães**


**JATAÍ-GO
2012**

WESLEY FERNANDES BRAGA


**EXIGÊNCIA DE FÓSFORO TOTAL PARA ALEVINOS DE KINGUIO
(*Carassius auratus*)**

**Relatório de projeto orientado apresentado
ao Colegiado do Curso de Zootecnia, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia.**

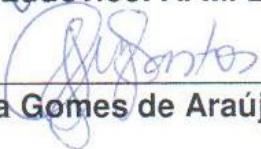
APROVADA em 09 de outubro de 2012.



Dr. Igo Gomes Guimarães UFG- Jataí



Dr^a. Karina Ludovico. A. M. Lopes UFG- Jataí



Dr^a. Janaína Gomes de Araújo UFG- Goiânia

**Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães
Orientador**

**JATAÍ-GO
2012**

“Dedico este trabalho a todos os meus familiares, amigos, colegas e professores, pelo apoio dado em todos os momentos de minha vida”.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, pela dádiva da vida e por ter iluminado o meu caminho colocando pessoas certas em minha vida, que me ajudaram a chegar até aqui.

Ao Professor, orientador, Dr. Igo Gomes Guimarães, que aceitou o desafio de me orientar, compartilhando inúmeras informações, conhecimentos e grandes experiências as quais foram preciosas para a realização deste trabalho e para a minha formação acadêmica. Espero que um dia, com os seus ensinamentos me faça como ele, um excelente pesquisador, ótimo professor, além de tudo uma pessoa carismática, a ele só me resta uma imensa admiração e o meu muito obrigado MESTRE.

Ao professor, co-orientador, Dr. Silvio Luiz de Oliveira, que por ser um amante da pesca me mostrou este novo horizonte de estudo, me fazendo apaixonar por esta área cada vez mais. Com os seus ensinamentos de bioquímica me fez perceber que sou uma pessoa capaz de ir além do que podia imaginar e com os seus ensinamentos de vida mostrou que só somos o que somos porque DEUS permitiu com que fosse, pois DEUS possui um propósito na vida de cada um de nós. Assim, o meu muito obrigado Silvio por estar presente nos momentos mais difíceis da minha vida como amigo e como conselheiro de DEUS, sendo um verdadeiro PAIZÃO.

A Universidade Federal de Goiás – campus Jataí, pela oportunidade de realizar este curso de graduação.

Ao corpo docente dessa instituição, em especial aos professores de Bioquímica, Dr. Samuel mariano Gislon da Silva, Dr^a. Denise Silva de Oliveira e Dr^a. Mirian Machado Mendes, os quais contribuíram com importantes conhecimentos em minha vida profissional e formação educacional.

Aos professores que compuseram a banca examinadora, pela disponibilidade e pelos consideráveis comentários os quais foram importantes para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos e colegas de faculdade os quais levarei por toda a minha vida, em especial Tiago Ronimar, que se mostrou um grande amigo e parceiro durante toda a minha graduação.

Aos meus companheiros do Laboratório LAPAQ, Thiago Morais, Thiago Quirino, Cris Souto e Marcos Lemos pela amizade, respeito, auxílio e contribuições prestadas na hora certa.

Aos professores, Dr. Darly Senna, Dr. Vilmar Ragagnim, e amigos Danyllo Dias, Pedro Mesquita, Saulo Rodrigues, do laboratório de Agricultura de Precisão pelos ensinamentos e companheirismo.

Aos empresários e amigos Marlon Boese Hudson e Lilian Boese Hudson do Projeto Tambacu, por abrirem as portas de sua empresa, pelo acolhimento, pelo estímulo, pela amizade e pela grande experiência passada, o que resultou na melhora do meu crescimento profissional.

Aos meus pais Nadir Fernandes Prado e Elter Francisco Braga, que me propiciaram uma vida digna onde eu pudesse crescer, mostrando que tudo é possível desde que ajamos com honestidade e com caráter íntegro. Aos meus irmãos, Humberto, Elaine, Alex Sander e Heloísa por compartilharem lutas e vitórias e por acreditar nos meus esforços, estendendo a todos os meus familiares, tios e primos especialmente a minha tia Laura Rezende Ferreira que contribuiu para a minha formação.

A minha namorada Jéssica Moraes Cruvinel pelo amor, amizade, paciência, dedicação e pelas contribuições durante todo este período que estamos juntos. A minha sogra Nilva Aparecida de Moraes Cruvinel pelo amor carinho e apoio incondicional, AMO VOCÊS.

A todos que de alguma forma contribuíram com a realização deste sonho

Um grande abraço a todos! E o meu

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1 Histórico da piscicultura ornamental	1
1.2 Panorama do mercado internacional de peixes ornamentais	2
1.3 Panorama do mercado nacional de peixes ornamentais	4
1.4 <i>Carassius auratus</i>	5
1.5 Nutrição mineral em peixes	7
1.6 Fósforo na nutrição de peixes	8
2 REFERÊNCIAS	11
 CAPÍTULO 2	 14
 Exigência de fósforo total para alevinos de kinguios (<i>Carassius auratus</i>)	
RESUMO	14
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
Procedimento experimental	17
Dietas experimentais e preparação das dietas	18
Análises e medidas realizadas.....	19
Cálculos dos parâmetros avaliados e análise estatística	20
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	29
ANEXO 1	33

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kinguio sobre: A, consumo de ração aparente. B, ganho de peso diário. C, conversão alimentar aparente. D, taxa de crescimento específico.	22
Figura 2. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kinguio sobre: A, taxa de eficiência protéica. B, taxa de utilização do fósforo. C, taxa de retenção de fósforo.	23
Figura 3. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kinguio sobre o conteúdo de magnésio (A) e fósforo (B) da carcaça.	24
Tabela 1. Composição centesimal e proximal das rações com diferentes níveis de fósforo total na alimentação de kinguio (<i>Carassius auratus</i>)	18
Tabela 2. Desempenho de Kinguio (<i>Carassius auratus</i>), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total (Pt) (Média ± DP)	21
Tabela 3. Desempenho de Kinguio (<i>Carassius auratus</i>), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total (Pt) (Média ± DP)	23
Tabela 4. Composição mineral na carcaça de kinguio, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de fósforo total (Pt) (Média ± DP)	24

CAPÍTULO 1

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Histórico da piscicultura ornamental

A criação e manutenção de peixes para fins ornamentais é uma atividade bastante antiga, sendo encontrados vários relatos e registros históricos que indicam seu início em épocas que antecedem a era Cristã. Segundo as escrituras chinesas, há mais de três milênios os peixes eram utilizados para a ornamentação na cultura egípcia e romana (VIDAL JÚNIOR, 2006). Documentos históricos revelam que por volta do ano 475 a.C, já se mantinham o cultivo de peixes vermelhos da família cyprinidae: Carpas (*Cyprinus carpio*) e Kinguio (*Carassius auratus*), em recipientes do tipo bujão (LIMA et al., 2001).

Embora seja uma atividade antiga, somente no ano de 1956 foi publicado o primeiro livro sobre o aquarismo, o qual foi intitulado Chu Sha Yu P'u, que quer dizer: "Livro do Peixe Vermelho". Escrito pelo chinês Chang Chi'Em-Tê, o qual descreveu algumas técnicas de manejo para a manutenção de peixes ornamentais de água doce, que eram mantidos em pequenos recipientes (bujões). Neste livro o autor ensina como deve ser a alimentação dos peixes, a troca de água, a retirada de sujidades no fundo dos bujões, a limpeza dos bujões e também como fazer para proteger os peixes durante o inverno (BOTELHO FILHO, 1990).

A partir da metade do século 20, o aquarismo começou a se popularizar em todo o mundo, na medida em que foi adquirindo mais conhecimentos e desenvolvendo novas tecnologias que facilitam o cultivo e o manejo destes animais em aquários (WATSON & SHIREMAN, 1996). Com isso, houve um aumento na demanda mundial por peixes ornamentais. Como grande parte das espécies de peixes ornamentais comercializadas no aquarismo era oriunda basicamente do extrativismo, acabou intensificando ainda mais a pressão sobre os estoques naturais, sendo necessário o surgimento da piscicultura ornamental para contrapor os efeitos deletérios da pesca extrativista sobre os recursos genéticos naturais.

Neste sentido, enquanto o aquarismo é visto como um “hobby”, a piscicultura ornamental é vista como uma atividade que está inserida dentro da aquicultura e que visa à produção de peixes ornamentais em cativeiro. Esta atividade envolve desde a reprodução até a comercialização dos peixes.

1.2 Panorama do mercado internacional de peixes ornamentais

A comercialização de peixes ornamentais, sejam eles capturados na natureza ou cultivados por piscicultores, transformou-se em um grande negócio em todo o mundo. É um mercado que, além de envolver a importação e exportação de peixes belos e exóticos, envolve também indústrias que fornecem equipamentos, acessórios, plantas aquáticas e outros utensílios, que deixam ainda mais prazeroso a manutenção desses peixes em ambientes domésticos. Este setor vem sendo impulsionado e estimulado devido ao crescente aumento na demanda por peixes ornamentais, principalmente, pelos aquaristas de países desenvolvidos, como os EUA, Japão e Reino Unido (LIMA et al., 2001).

De acordo com Lima et al. (2001), estima-se que no Japão a cada duas residências uma possui aquário, enquanto que nos Estados Unidos esta proporção é menor, sendo uma a cada três residências com aquários, como objetos de decoração, ou ainda, servindo como uma oportunidade para os consumidores expressar os seus dons artísticos e até mesmo sua criatividade, uma vez que no aquarismo, existem diferentes formas de plantas, peixes e aquários, possibilitando inúmeras combinações.

Segundo Ribeiro (2008a), os Estados Unidos possuem o maior mercado consumidor de peixes ornamentais do mundo. Em 2006, o país importou cerca de US\$ 48,3 milhões, sendo os países do sudeste asiático e da América do Sul os principais responsáveis por suprirem grande parte do mercado comprador de peixes ornamentais nos Estados Unidos. A espécie preferida nas importações dos Estados Unidos é o guppy (*Poecilia reticulata*) (RIBEIRO, 2008a).

O Reino Unido se destaca em segundo lugar como um dos países que mais importa peixes ornamentais no mundo. De acordo com Ribeiro (2008a),

no ano de 2006 o Reino Unido importou cerca de US\$ 30,8 milhões em espécies. Isto porque os países da Europa, como o Reino Unido, não possuem um clima adequado para a produção de peixes ornamentais, além de não possuírem terras suficientes para uma produção em maior escala. Assim, os países Europeus detêm 52% das importações mundiais, sendo as espécies de água doce as mais comercializadas.

O Japão é o terceiro maior mercado importador de peixes ornamentais do mundo, consumindo em média, US\$ 27,2 milhões no ano de 2006 (RIBEIRO, 2008a). O autor ressalta, ainda, que por ser o berço da piscicultura ornamental e produzir em grande escala espécies como o kingiuo e a carpa, o Japão acaba se destacando também como o quinto maior país exportador de peixes ornamentais, perdendo principalmente para os países do sudeste asiático e os da Europa.

Ribeiro (2008a) analisando dados publicados pela FAO ressalta que às exportações mundiais de peixes ornamentais atingiram o equivalente a US\$ 277,2 milhões no ano de 2006. Deste total, os países situados no sudeste asiático são os principais responsáveis por alavancar os valores das exportações.

Dentre os maiores produtores e exportadores de peixes ornamentais do mundo, os países do sudeste asiático se destacam por terem iniciado os primeiros cultivos, desenvolvendo enormes fazendas dedicadas exclusivamente à produção e exportação de peixes ornamentais, sendo Cingapura considerada o maior exportador mundial de peixes ornamentais, com US\$ 61,4 milhões, sendo responsável por 22% do total exportado no mundo no ano de 2006. Este país produz, principalmente, tetras, guppies, catfishes e kingiuos cujos destinos são os EUA e Reino Unido. Outros países do sudeste asiático como Malásia, Tailândia, Indonésia, Sri Lanka e Filipinas que também estão na lista dos 20 principais exportadores, somam juntos mais de US\$ 118 milhões exportados neste mesmo ano (RIBEIRO, 2008a).

Segundo Ribeiro (2008a), Cingapura lidera no ranking entre os países exportadores no ano de 2006, por possuir uma ótima logística além de vias que facilitam a exportação. Isto permite que países vizinhos possam escoar a sua produção através de Cingapura, como a Malásia, que apesar de ser o maior

produtor mundial de peixes ornamentais, não é o maior exportador, pois este país exporta 95% de sua produção, mas 85% é exportada via Cingapura.

Dentre os países da Europa, a Espanha se destaca, sendo o segundo maior exportador mundial de peixes ornamentais no ano de 2006, com exportações atingindo o valor de US\$ 26,5 milhões, sendo 96% de espécies de peixes marinhos. A República Tcheca se encontra em terceiro lugar com US\$ 21,7 milhões, produzindo e exportando principalmente espécies de água doce como o tetra neon (*Paracheirodon innesi*), o cardinal (*P. axeroldi*) e outras variedades de maior valor, como véu, albino e dourado (RIBEIRO, 2008a).

Se considerarmos o período entre 2002 a 2006, o crescimento das exportações mundiais foi de US\$ 23,1 milhões ou, 11,6% ao ano (RIBEIRO, 2008a), mostrando que, embora a maioria das exportações seja de peixes de origem selvagem, a piscicultura ornamental torna-se uma atividade que gera lucratividade para os produtores a cada ano.

1.3 Panorama do mercado nacional de peixes ornamentais

O aquarismo no Brasil teve início em 1922, trazido pela colônia japonesa ao Rio de Janeiro (LIMA et al., 2001), entretanto, o maior impulso na produção de peixes ornamentais ocorreu na década de 70, onde as exportações alcançaram US\$ 30 milhões por ano, porém, segundo Vidal Júnior (2002), estes peixes eram provenientes de capturas da natureza. A pressão internacional contra a pesca predatória e o incentivo para a criação de novas pisciculturas especializadas na criação de espécies ornamentais, com melhor conformação e cores mais vivas, fez com que a partir da década de 70 ocorresse uma diminuição nas exportações brasileiras, estagnando na década de 90, onde representaram cerca de US\$ 4 milhões anuais (LIMA et al., 2001). Quedas nas exportações entre os anos de 1996 a 2003, continuaram acontecendo, chegando a exportar apenas US\$ 2,4 milhões anuais. Porém, foi observado um aumento progressivo durante os anos de 2003 a 2006, atingindo US\$ 4,1 milhões por ano (RIBEIRO, 2008a).

No ano de 2007, o Brasil chegou a movimentar mais de US\$ 5 milhões em exportações de peixes ornamentais de águas continentais, destacando-se em 18º lugar nas exportações mundiais. Os estados brasileiros que mais

exportaram foram os estados do Amazonas e Pará, os quais juntos representaram mais de 95% das exportações, sendo o restante das exportações representada por outros estados que exportaram peixes amazônicos, peixes de água doce do Pantanal e peixes marinhos provenientes do extrativismo. Entre as espécies exportadas o neon-cardinal (*P. axeroldi*) representa aproximadamente 67% das espécies de água doce e o Ciliáris (*Holancanthus ciliaris*) representa cerca de 20% das espécies marinhas. (RIBEIRO, 2008a).

De acordo com Ribeiro (2008b), para o piscicultor brasileiro produzir espécies nativas ornamentais, os custos de produção superam os preços dos peixes pescados tornando inviável a atividade. Porém, o autor ressalta que para piscicultores asiáticos e europeus a produção dessas espécies brasileiras tem sido bastante interessante, mostrando resultados econômicos positivos, tornando uma grande ameaça às exportações brasileiras.

Desta forma, pode-se perceber que o comércio brasileiro de peixes ornamentais é movimentado devido à captura de exemplares em rios, lagoas e oceanos, havendo uma grande necessidade do desenvolvimento de mais pisciculturas ornamentais no Brasil, pois, através da produção nas fazendas de piscicultura, a pressão sobre as populações selvagens diminui, proporcionando a manutenção dos estoques naturais, além de promover o desenvolvimento de variedades de maior valor comercial que permite com que esta modalidade passe a ser encarada como uma atividade séria e lucrativa.

1.4 *Carassius auratus*

A produção de peixes ornamentais é praticada em vários países, sendo responsável por movimentar economias no mundo todo. Diversas espécies são cultivadas. Algumas delas se destacam dependendo do país onde é cultivada, sendo o kinguio a espécie que é a base do cultivo de ornamentais no Japão e na China.

O kinguio, *Carassius auratus*, também conhecido por peixe japonês ou dourado, é pertencente à classe Actinopterygii, ordem Cypriniformes e família Cyprinidae (NEVES et al., 2004). É uma espécie originária da China, sendo

levada para o Japão por volta de 1600 (PEREIRA, 1979). No Japão, a partir da década de 50 esta espécie sofreu seleção e melhoramento genético, gerando um grande polimorfismo, adquirindo alterações no formato e posição dos olhos, nadadeiras e outras partes do corpo, assim como variada coloração. Isto possibilitou o desenvolvimento de mais de 120 variedades, como: a *red cap*, “telescópio”, “cauda-de-véu”, “cabeça de dragão”, “pompom”, dentre outras, sendo que, a maioria deriva de sua forma selvagem, que possui coloração marrom-esverdeada (LIMA et al., 2001).

O kinguio é um dos peixes ornamentais mais comercializados e conhecidos do mundo (ROSA et al., 1994; LIMA, 2003). São peixes famosos por terem o hábito de arrancar as plantas e remexer o fundo dos aquários, porém, são bem sociáveis, podendo viver na companhia de outros kinguios, além de outras espécies de peixes ornamentais tais como: molinésias, coridoras, cascudos, paulistinhas, colisa, entre outros peixes (LIMA, 2003).

Por apresentar características rústicas e facilidade na criação, são bastante indicados para principiantes no aquarismo. No que se refere aos parâmetros de qualidade da água, a faixa ideal de temperatura para manter o conforto para a espécie varia de 28 a 30°C, e o pH pode ser neutro ou ligeiramente alcalino, variando de 6,8 a 7,5 (LIMA, 2003).

Segundo informações de Froese & Pauly (2009), os kinguios podem atingir em média, 15 cm, apresentando expectativa de vida de 10 anos, quando mantidos em aquário, e de até 30 anos, quando cultivados em lagos. São peixes que podem ter a desova induzida através da utilização de hormônios, mas como são de fácil reprodução e apresentam alta prolificidade, quando estão maduros sexualmente, procuram abrigo espontaneamente nas raízes das macrófitas (aguapés e alfaces de águas), onde depositam seus ovos (LIMA, 2003).

É uma espécie que possui hábito alimentar onívoro, alimentando-se de plantas, pequenos crustáceos, insetos e, até mesmo, de detritos. Quando criados em cativeiro, os kinguios apresentaram melhores desempenhos sendo alimentados com dietas contendo aproximadamente 40% de proteína bruta (PB), sendo fornecido na fase inicial dieta farelada, e na fase de crescimento dieta extrusada de 2,0 mm de diâmetro (LIMA, 2003).

1.5 Nutrição mineral em peixes

Para correto crescimento e desenvolvimento, todos os animais requerem na sua alimentação quantidades suficientes de substâncias nutricionais essenciais para a vida, como proteínas, aminoácidos, gorduras, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, além é claro, da exigência por água. Estes nutrientes são essenciais, por participar da manutenção e funcionamento dos sistemas biológicos que ocorrem nos seres vivos.

Os peixes, em ambientes naturais, obtêm estes nutrientes necessários para atender as suas necessidades nutricionais através de alimentos encontrados na natureza, sendo reduzida a possibilidade de sofrer deficiências nutricionais quando se encontra nesses ambientes. No entanto, quando são mantidos em cativeiros, são observados alguns sintomas de deficiência nutricional (LOVELL, 2000), pois nesse sistema de criação, o alimento natural possui pouca influência no crescimento dos peixes, sendo sua alimentação baseada em dietas que visam atender as exigências nutricionais de cada espécie nas suas diferentes fases da vida.

A utilização de dietas que não atendem aos requisitos de nutrientes para os peixes, acaba afetando o desempenho do animal, além de aumentar a susceptibilidade à doenças e induzir o aparecimento de sinais de deficiência, incluindo comportamento alterado e alterações patológicas (DATO-CAJEGAS & YAKUPITIYAGE, 1996). Segundo Trichet (2010), a dieta, entre outros fatores, possui forte efeito sobre o estresse e a saúde do animal. Portanto, para adequado crescimento e boa resistência ao estresse e aos problemas ligados à saúde, os peixes devem ser alimentados com dietas que atendam todas as suas necessidades nutricionais.

Dentre os nutrientes exigidos pelos peixes, os minerais representam importante papel nos processos de desenvolvimento desses animais, sendo utilizados para a formação de tecidos e como cofatores enzimáticos para vários processos metabólicos. Minerais como cálcio e o fósforo atuam na formação e manutenção da estrutura esquelética, outros minerais como sódio, potássio e o cloro, que juntamente com os fosfatos e bicarbonatos, ajudam a manter a

homeostase e o equilíbrio ácido-base. Determinados metais como Fe, Cu, Mn, Co, Zn, Se, Mo, etc., estão intimamente associados a enzimas específicas e outros minerais tais como cálcio, magnésio e manganês, têm um significado especial como ativadores enzimáticos (LALL, 2002).

Segundo Lall (2002), os peixes possuem a capacidade de obter alguns minerais através das membranas das brânquias e do epitério intestinal. De acordo com Watanabe et al. (1997), dos minerais dissolvidos na água, os peixes podem obter parte das exigências nutricionais de cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, zinco, cobre, cobalto e selênio. Outros minerais como fósforo, cloro enxofre, manganês e iodo, são melhores absorvidos através de fontes alimentares (LALL, 1989; WATANABE et al., 1997).

Embora os peixes obtenham parte das suas exigências de minerais pela água, e pela dieta, a adição de suplementos minerais em dietas práticas, tem mostrado melhoras significativas no crescimento e sobrevivência dos peixes, sendo as pesquisas focadas, principalmente, em alguns minerais específicos como P, Zn, I, Cu e Se (LALL, 2002).

1.6 Fósforo na nutrição de peixes

O fósforo pode ser absorvido da água através das brânquias dos peixes (HEPHER, 1988). Entretanto, devido os baixos níveis de fósforo presente em águas naturais e os peixes apresentarem uma baixa eficiência de absorção deste mineral a partir da água, torna a dieta como a principal fonte de fósforo para os peixes (ROY & LALL, 2003). Porém, dietas comerciais que utilizam alimentos de origem vegetal nas suas formulações podem não atender as exigências do animal para este mineral, sendo necessário fazer a suplementação deste nas dietas. Segundo Vielma & Lall (1998), alimentos de origem vegetal possuem baixa disponibilidade do fósforo, uma vez que boa parte deste mineral se encontra na forma de fitato, forma esta não disponível para os peixes.

A suplementação de fósforo em dietas comerciais é a melhor forma de se evitar problemas de deficiência deste mineral nos peixes, sendo verificados em vários estudos que a não suplementação deste mineral nas dietas pode

ocasionar deformidades ósseas (BAEVERFJORD et al., 1998; ROY & LALL, 2003), redução no crescimento e diminuição na eficiência alimentar (ROY & LALL, 2003; SUKUMARAN et al., 2009), além de resultar em maior mortalidade dos peixes (BAEVERFJORD et al., 1998; BORLONGAN & SATOH, 2001; OLIVA-TELES & PIMENTEL-RODRIGUES, 2004).

Estudos realizados por Boscolo et al. (2005), ressaltam a importância da suplementação de fósforo através da adição de fosfato bicálcico nas dietas. Estes autores forneceram dietas a base de milho e farelo de soja suplementadas com fosfato bicálcio, para alevinos de tilápia do Nilo (peso inicial de $0,95 \pm 0,11$ g) e observaram que a dieta contendo $8,0 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total proporcionou ganho em peso de 61% a mais em relação a dieta contendo $4,0 \text{ g kg}^{-1}$, e concluíram que a exigência de fósforo total para um melhor desempenho dos alevinos foi de $7,4 \text{ g kg}^{-1}$. Para juvenis de Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*), a exigência encontrada por Zhang et al. (2006) para que os peixes apresentassem melhor taxa de crescimento específico foi de $6,8 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo disponível. Mai et al. (2006), obtiveram resultados semelhantes trabalhando com juvenis de yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*), onde eles determinaram uma exigência mínima de 7 g kg^{-1} de fósforo disponível, para garantir um crescimento ótimo para os peixes.

A elaboração de dietas com níveis de fósforo que atendam as exigências dos animais é importante para o correto desenvolvimento dos peixes, além de evitar com que ocorra uma excessiva excreção urinária e fecal de fósforo em águas naturais. A principal preocupação em relação ao nível de fósforo nos efluentes da piscicultura, segundo Kim et al. (1998), é devido ao fósforo ser o primeiro fator limitante para o crescimento de algas em ambientes naturais, sendo o fósforo juntamente com o nitrogênio, quando em excesso, os dois principais nutrientes responsáveis pela eutrofização da água.

Segundo Coloso et al. (2003), todos os peixes excretam o P não disponível através das fezes e o absorvido que excede a necessidade metabólica é eliminado na forma, dissolvida, principalmente através da urina. Assim, as fezes e a urina representam, respectivamente, a maior parte dos resíduos sólidos e solúveis de P dos efluentes nos cultivos de peixes (HUA & BUREAU, 2006). Cho et al. (1991), relatam que o *Gilthead sea bream* excreta

19% do P da dieta através da urina, e a truta marrom, cultivada em uma estação de piscicultura por três meses eliminou 61% do total de P ingerido.

Desta forma, a suplementação de fósforo nas dietas para peixes deve ser em quantidades ótimas, as quais não excedam as exigências dos mesmos, evitando assim, a contaminação dos ambientes naturais.

2 REFERÊNCIAS

BAEVERFJORD, G.; ASGARD, T.; SHEARER, K.D. Development and detection of phosphorus deficiency in Atlantic salmon, *Salmo salar L.*, parr and post-smolts. **Aquaculture Nutrition**, v.4, p.1-11, 1998.

BORLONGAN, I.G.; SATOH, S. Dietary phosphorus requirement of juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal). **Aquaculture Research**, v.32, p.26-32, 2001.

BOSCOLO, W.G.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A.; SIGNOR, A.; GENTELINI, A.L.; DE SOUZA, B.E. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, n.1, p. 87-91, 2005.

BOTELHO FILHO, G.F. **Síntese da historia da aquariofilia**. Interciencia, Rio de Janeiro, 1990, 88 pp.

CHO, C.Y.; HYNES, J.D.; WOOD, K.R.; YOSHIDA, H.K. 1991 Quantification of fish culture wastes by biological (nutritional) and chemical (limnological) methods; the development of high nutrient dense (HND) diets. In: *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste* (ed. by C.B. Cowey & Cho, C.Y.), pp. 37-50.

COLOSO R.M.; KING, K.; FLETCHER, J.W.; HENDRIX, M.A.; SUBRAMANYAM, M.; WEIS, P.; FERRARIS, R.P. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. **Aquaculture**, v. 220, p. 801-820, 2003.

DATO-CAJEGAS, C.R.S.; YAKUPITIYAGE, A. The Need for Dietary Mineral Supplementation for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Cultured in a Semi-Intensive System. **Aquaculture**, v. 144, p. 227-237, 1996.

HEPHER, B. 1988. Nutrition of pond Fishes. England: Cambridge University Press 387pp.

HUA, K.; BUREAU, D.P. Modelling digestible phosphorus content of salmonid fish feeds. **Aquaculture**, v.254, n.1-4, p.455-465, 2006.

KIM, J.D.; KIM, J.S.; SONG, J.S.; LEE, J.Y.; JEONG, K.S.; Optimum level of dietary monocalcium phosphate based on growth and phosphorus excretion of mirror carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v. 161, p. 337-344, 1998.

LALL, S.P. **The minerals**. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.). **Fish nutrition**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2002, p.260-308

LALL, S.P. **The minerals**. In: HALVER, J.E. **Fish nutrition**. San Diego: Academic Press, 1989, p.219-257

LIMA, A.O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aqüicultura**, v.11, n.65, p.14-24, 2001.

LIMA, A.O. Aquicultura ornamental: O potencial de mercado para algumas espécies ornamentais: Formas alternativas de diversificação da produção na aquicultura brasileira. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, p 23-29, 2003.

LOVELL R.T. (2000) **Nutrition of ornamental fish**. In: Bonagura, J. Ed. Kirk's Current Veterinary Therapy XIII-Small Animal Practice. W.B. Saunders, Philadelphia, USA, 1191-1196.

MAI, K.; ZHANG, C.; AI, Q.; DUAN, Q.; XU, W.; ZHANG, L.; LIUFU, Z.; TAN, B. Dietary phosphorus requirement of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. **Aquaculture**, v. 251, p. 346-353, 2006.

NEVES, P.R.; MAEHANA, K.R.; RIBEIRO, R.P.; VARGAS, L.; CAVICHIOLO, F.; OLIVEIRA, A.C. Avaliação do desempenho corporal de Kinguio (*Carassius auratus*) alimentados com dietas de diferentes granulometrias. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.7, n.2, suplemento, p.134, 2004.

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.

PEREIRA, R. Como cuidar de seu aquário. Tecnoprint, Rio de Janeiro, 1979, 158 pp.

RIBEIRO, F.A.S. Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. **Panorama da Aqüicultura**, V. 18, n. 108, p.32-37, (2008a).

RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JR., J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, V. 18, n. 110, p. 54-59, (2008b).

ROSA, J.C.S.; SILVA, J.W.B.; OLIVEIRA, J.W.B. Propagação Artificial do Peixe Japonês, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1766) Gunther, 1870, com Extrato de Hipófise. **Ciê. Agron.** v. 25, p. 44-52, 1994.

ROY, P.K.; LALL, S.P. Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). **Aquaculture**, v.221, n.1-4, p.451-468, 2003.

SUKUMARAN, K.; PAL, A.K.; SAHU, N.P.; DEBNATH, D.; PATRO, B. Phosphorus requirement of Catla (*Catla catla Hamilton*) fingerlings based on growth, whole body phosphorus concentration and non-faecal phosphorus excretion. **Aquacult Res**, v. 40, p. 139-147, 2009.

TRICHET, V.V. Nutrition and immunity an update. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 356-372, 2010.

VIDAL JR, M.V. As boas perspectivas para a piscicultura ornamental. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, p. 41-25, 2002.

VIDAL JR., M.V.V. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Cad.Tec.Vet. Zootec.**, v. 51, p. 62-74, 2006.

VIELMA, J.; LALL. S.P. Phosphorus utilization by Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in freshwater by higher dietary calcium intake. **Aquaculture**, v. 160, p. 117-128, 1998.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace mineral in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, p.185-207, 1997.

WATSON, C.G.; SHIREMAN, J.V. **Production of Ornamental Aquarium Fish - FA35**. Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida, Gainesville, 1996, 4 pp.

ZHANG, C.; MAI, K.; Ai, Q. et al. Dietary phosphorus requeriment of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture**, v.255, p.201-209, 2006.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIA DE FÓSFORO TOTAL PARA ALEVINOS DE KINGUIOS (*Carassius auratus*)

RESUMO

Avaliou-se o efeito de diferentes níveis de fósforo total (Pt) nas dietas sobre o desempenho e composição química da carcaça de alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*). Foram utilizados 210 alevinos com peso médio de $1,18 \pm 0,04$ g, alojados em 30 aquários de 3,0L, numa densidade de sete peixes por aquários, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições. As dietas formuladas apresentaram diferentes níveis de Pt (3,5; 6,5; 9,5; 12,5 ou 15,5 g kg⁻¹). Os níveis de P afetaram o desempenho dos animais e a deposição de macrominerais na carcaça ($p < 0,05$), sendo observado efeito quadrático para consumo de ração aparente (CRA), ganho em peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência protéica (TEP), composição mineral de P e Mg na carcaça, obtendo valores de exigência de 11,30; 13,72; 15,17; 13,61; 15,46; 12,38 e 10,64 g kg⁻¹ de Pt respectivamente. Entretanto, o modelo linear foi o que melhor se ajustou para taxa de utilização do fósforo (TUP) e taxa de retenção de fósforo (TRP). A utilização de níveis de P total entre 13,61 e 15,46g kg⁻¹ atende a exigência para máximo crescimento, melhor conversão alimentar e adequada deposição de minerais na carcaça de alevinos de kinguio.

Palavras-chave: peixes ornamentais, suplementação, minerais, nutrição

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of dietary total phosphorus (Pt) levels on growth performance and carcass mineral composition of goldfish (*Carassius auratus*) fingerlings. 210 goldfish with 1.18 ± 0.04 g were randomly stocked into 30 3L-aquaria in a completely randomized blocks design with five treatments and six replicates. Test diets were formulated to contain the following total P levels: 3.5, 6.5, 9.5, 12.5 and 15.5 g kg⁻¹ of total P. Fish were fed the test diets until reach apparent satiety three times per day for 45 days. Dietary P affected all growth parameters and carcass macrominerals deposition. A second-order polynomial equation best fitted to feed intake (FI), daily weight gain (DWG), feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), protein efficiency ratio (PER), and P and magnesium content in carcass, obtaining the following estimated total P requirement, respectively, 11.30, 13.72, 15.17, 13.61, 15.46, 12.38, 10.64 g kg⁻¹. However, the linear equation best fitted to efficiency of phosphorus utilization and phosphorus retention data. In sum, the use of total P levels ranging from 13.61 and 15.46 g kg⁻¹ meet the requirement for maximum growth and better feed efficiency, while the use of 12.38 g kg⁻¹ promotes maximum mineral deposition in carcass of goldfish fingerlings.

Keywords: ornamental fish, minerals, nutrition, nutrient requirement

INTRODUÇÃO

A produção e o comércio de peixes ornamentais é uma atividade que vem crescendo nos últimos anos e se tornando uma alternativa rentável no setor da aquicultura. Espécies de água doce e marinhas têm sido usadas com sucesso no comércio de peixes para aquários, sendo o kinguio (*Carassius auratus*), um peixe de água doce, que por muitos anos, tem sido domesticado e melhorado, se tornando uma das espécies mais comercializadas e conhecidas no mundo (Rosa et al. 1994; Lima 2003).

Apesar da importância econômica do Kinguio para o setor, as informações nutricionais para esta espécie ainda se encontram aquém da necessidade do setor de produção de peixes ornamentais em produzir dietas eficientes do ponto de vista zootécnico. Até o presente momento, há relatos na literatura sobre a exigência em aminoácidos e proteína bruta para a espécie (Lochmann et al. 1994; Fiogbé & Kestemont 1995). Entretanto, escassos são os relatos sobre a exigência em micronutrientes para o kinguio, com destaque para os minerais.

Dentre os minerais importantes na nutrição de peixes, o fósforo vem se destacando devido a sua função como importante componente estrutural dos tecidos esqueléticos, dos ácidos nucleicos, das membranas celulares e organelas intracelulares, estando ainda envolvido diretamente nas reações produtoras de energia (NRC 1993; Lall 2002). Além do seu papel no crescimento e mineralização óssea, o fósforo ainda tem sido amplamente estudado na nutrição de peixes devido ao fator impactante deste mineral no ambiente aquático, uma vez que, o excesso de fósforo juntamente com o nitrogênio são os principais nutrientes responsáveis pela eutrofização da água (Lall 2002).

A exigência em P encontra-se entre 2,5 a 10,0 g kg⁻¹ para as diferentes espécies de peixes, podendo variar de acordo com a fase de vida do peixe, a fonte de fósforo, e o modelo estatístico utilizado para estimar a exigência (NRC 2011; Pezzato et al. 2006). Relatos na literatura têm indicado que os ciprinídeos apresentam menor capacidade de aproveitamento do P nas fontes

inorgânicas (Hua & Bureau 2010). Desta forma, os aspectos morfofuncionais do trato digestório também podem influenciar na exigência do animal.

Assim, são necessários mais estudos que determinem a exigência de fósforo para a produção de peixes nas suas diferentes fases de produção. Esses estudos são necessários para melhorar o desempenho produtivo de forma economicamente viável, por meio do adequado crescimento dos peixes e com o menor impacto ambiental.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da suplementação de P total sobre o desempenho e composição mineral da carcaça de alevinos de kinguio, assim como estimar a exigência deste mineral para esta espécie de peixe ornamental.

MATERIAL E MÉTODOS

Procedimento experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus de Jataí no Laboratório de Pesquisa em Aquicultura – LAPAQ. O experimento foi conduzido de acordo com os princípios éticos de pesquisa em animais, após avaliação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás.

Foram utilizados 210 alevinos de Kinguio, provenientes de reprodução realizada com matrizes mantidas em caixas de 1000L no campus Jataí. Estes foram selecionados de forma a apresentarem maior homogeneidade possível. No sentido de se evitar o estresse provocado pela excessiva manipulação dos alevinos, os valores iniciais de peso foram determinados, respectivamente, utilizando-se 20 alevinos do lote, com o emprego de balança analítica, sendo esses peixes descartados posteriormente.

Os alevinos com o peso médio inicial de $1,18 \pm 0,04$ g foram alojados aleatoriamente em 30 aquários experimentais com capacidade de 3 litros numa densidade de sete alevinos por aquário, sendo cada aquário considerado uma unidade experimental.

Esses aquários foram ligados ao sistema de recirculação de água com filtro físico e biológico para manutenção da qualidade físico-química da água,

assim como termostato regulado para manter a temperatura de 28 °C. A temperatura da água dos aquários foi mantida dentro da faixa de conforto para a espécie (28,0 ± 2,0°C). Foram aferidos diariamente os valores dos parâmetros de oxigênio dissolvido e temperatura da água dos aquários, utilizando-se de equipamento medidor de oxigênio dissolvido e temperatura o Modelo MO-900-04417 Marca: Instrutherm. Semanalmente foram aferidos os valores de pH e de amônia tóxica por meio dos kits comerciais (LABCON-TEST PH-ALCON) e (LABCON-AMÔNIA TÓXICA-ALCON) respectivamente.

Os peixes foram arraçoados três vezes ao dia, durante 45 dias, sendo o arraçoamento realizado manualmente e à vontade até a saciedade aparente, de forma a não haver sobras nos aquários. Realizou-se semanalmente o sifonamento dos aquários para retirada das fezes acumuladas.

Dietas experimentais e preparação das dietas

As dietas que compuseram os tratamentos foram elaboradas com ingredientes convencionais para conter aproximadamente 12,54 MJ ED kg⁻¹ da dieta, 280.0 g kg⁻¹ de proteína bruta e 3,5; 6,5; 9,5; 12,5 e 15,5 g kg⁻¹ de fósforo total na dieta (Tabela 1). A fonte de P utilizada foi o fosfato bicálcico.

Tabela 1. Composição centesimal e proximal das dietas com diferentes níveis de fósforo total na alimentação de kinguio (*Carassius auratus*)

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Níveis de Fósforo total na Dieta (g kg ⁻¹)				
	3,5	6,5	9,5	12,5	15,5
<i>Composição centesimal</i>					
Farelo Soja	517,0	517,0	517,0	519,0	522,0
Levedura autolisada	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Farelo Algodão	20,0	20,0	20,0	20,0	22,0
Fubá Milho	276,2	272,2	266,0	255,0	233,0
Quirera Arroz	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
DL – Metionina	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Óleo Soja	30,0	30,0	31,0	34,4	39,4
Fosfato Bicálcico	0,00	16,0	32,5	48,5	65,0
Calcário	38,2	26,2	14,9	4,5	0,00
Vitamina C	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sal comum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Premix vitam/min ¹	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
BHT ²	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
<i>Composição proximal² (g kg⁻¹)</i>					
Energ Dig (MJ kg ⁻¹)	12,62	12,57	12,54	12,57	12,56
Prot Dig	251,9	251,6	251,3	251,4	252,0
Prot Bruta	280,9	280,6	280,1	280,1	280,2
Fibra Bruta	48,3	48,2	48,1	48,0	48,3

Amido	307,6	305,1	301,2	294,6	281,3
Extrato Etéreo	60,3	60,1	60,9	63,8	67,9
Cálcio total	20,9	20,3	20,0	20,0	22,3
Fósforo total	3,5	6,5	9,5	12,5	15,5
Metionina	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2
AAS	9,3	9,3	9,2	9,2	9,2
Lisina	21,5	21,5	21,5	21,5	21,6
Triptofano	2,9	2,9	2,8	2,9	2,9
Treonina	9,2	9,1	9,1	9,1	9,1

¹Níveis de Garantia: PREMIX: ácido fólico 600 mg, biotina 24 mg, cloreto de colina 54 g, niacina 12000 mg, pantetonato de cálcio 6000 mg, vit.A 600000 UI, vitB₁ 2400 mg, vitB₁₂ 2400 mg, vitB₂ 2400 mg, vitB₆ 2400 mg, vitC 24 g, vitD₃ 100000 UI, vitE 6000 mg, vitK₃ 1200 mg. Co 1 mg Cu 300 mg, Fe 5000 mg, iodo 10 mg, Mg 2000 mg, Se 10 mg, Zn 3000 mg.

²Valores calculados de acordo com Pezzato et al. (2002).

Para confecção dos grânulos experimentais, os alimentos utilizados nas dietas experimentais foram moídos em moinho de facas, com peneira apresentando diâmetro menor que 0,5mm. Os alimentos foram homogeneizados em misturador automático (Ação Científica) e, posteriormente, submetidos à peletização utilizando moinho de carne adaptado, empregando-se matrizes para obtenção de grânulos com os diâmetros de 3,5mm. Após a peletização os grânulos, foram desidratados a 55,0°C por 24 horas em estufa com circulação de ar forçada e, após secagem foram desintegrados e o tamanho do pélete ajustado ao tamanho do peixe, sendo armazenados a -5,0°C.

Análises e medidas realizadas

No início do experimento foram coletados 20 peixes e após o término do mesmo foram coletados quatro peixes de cada aquário experimental, os quais foram sacrificados com a utilização de benzocaína na concentração de 193mg L⁻¹. Os peixes foram triturados, sendo as amostras indentificadas, congeladas e armazenadas a -18 °C, para posteriores análises.

As análises químicas das dietas experimentais e das carcaças foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus de Goiânia, segundo metodologia descrita pela AOAC (1995).

As amostras de peixes e das dietas foram analisadas para determinar: proteína bruta através da medição de nitrogênio (N x 6,25) utilizando o método de Kjeldahl e o fósforo através de método fotocolorimétrico. Já análises para

cálcio (Ca), magnésio (Mg) manganês (Mn), Ferro (Fe) e zinco (Zn) foram realizadas somente nas carcaças dos peixes, por espectrofotometria de absorção atômica em espectrofotômetro de chama Shimadzu AA- 6800 (Shimadzu, Japão).

Cálculos dos parâmetros avaliados e análise estatística

As seguintes variáveis foram calculadas:

- Consumo de ração aparente (CRA) = peso inicial da dieta – peso final da dieta
- Ganho de peso diário (GPD) = $(PF-PI) / t$
- Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de ração em g / ganho de peso em g
- Taxa de crescimento específico (TCE) = $(Ln PF-Ln PI) \times 100 / t$
- Taxa de eficiência protéica (TEP) = ganho de peso em g / ingestão de proteína, g
- Taxa de utilização do fósforo (TUP) = ganho de peso em g / ingestão de fósforo, g
- Valor produtivo da proteína (VPP) = $(PF \times PB1-PI \times PB2) / (CRA \times PB)$
- Taxa de retenção de fósforo (TRP) = $(PF \times P1-PI \times P2) / (CRA \times P)$

Onde PF é o peso final; PI é o peso inicial; t é a duração do período experimental. PB, PB1 e PB2 representam o conteúdo de proteína na dieta, na carcaça final do peixe e na carcaça inicial, respectivamente. P, P1 e P2 representam o conteúdo de fósforo na dieta, na carcaça final do peixe e na carcaça inicial, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. Os dados são apresentados como médias de cada tratamento (seis repetições), com o desvio padrão. Os dados foram verificados quanto à normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene F) e submetidos análise de variância (ANOVA). Quando diferenças globais foram significativas ($P < 0,05$), modelos de regressão foram testados para avaliar o ajuste dos dados. Em caso de regressão não significativa ou falta de ajuste do modelo, as médias foram comparadas por meio do teste de Student Newman Keuls. A regressão polinomial foi utilizada

para estimar a exigência de fósforo total quando apropriado. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS (SAS 9.3).

RESULTADOS

Os valores de fósforo total encontrado nas dietas a partir da análise química foi 4,40; 6,90; 10,90; 13,60 e 18,20g kg⁻¹. Os valores médios de consumo de ração aparente, ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico estão apresentados na Tabela 2. De maneira geral, todos os parâmetros avaliados foram influenciados pelos diferentes níveis de fósforo total (Pt) para o kinguio.

Tabela 2. Desempenho de Kinguio (*Carassius auratus*), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total (Pt) (Média ± DP)

Nível de P (g kg ⁻¹)	CRA (g)	GPD (mg/px/dia)	CAA	TCE (%)
3,50 (4,40) ¹	7,96±0,85	3,81±0,90	6,86±1,28	0,46±0,10
6,50 (6,90)	8,13±0,31	4,51±0,27	5,75±0,50	0,53±0,04
9,50 (10,90)	8,70±0,60	5,52±0,73	5,07±0,76	0,64±0,08
12,50 (13,60)	8,56±0,51	6,16±0,73	4,47±0,68	0,72±0,08
15,50 (18,20)	7,84±0,55	5,27±0,36	4,73±0,28	0,61±0,05
Regressão				
Linear	ns	(P<0,01)	(P<0,01)	(P<0,01)
Quadrático ¹	(P<0,05)	(P<0,01)	(P<0,01)	(P<0,01)

ns – Não significativo; ¹ Valores entre parênteses equivale aos valores analisados de fósforo. Consumo de ração aparente (CRA), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE).

O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de CRA, GPD, CAA e TEP foi o polinomial de segunda ordem (Figura 1). Os níveis que proporcionaram maior ganho em peso diário, melhor TCE, e melhor CAA foram 13,72; 13,61 e 15,17 g kg⁻¹ de P total, respectivamente. Da mesma forma, foi observado efeito quadrático da suplementação de P total sobre o consumo de ração, cujo nível que promoveu maior ingestão de alimento foi de 11,30 g kg⁻¹ de P total.

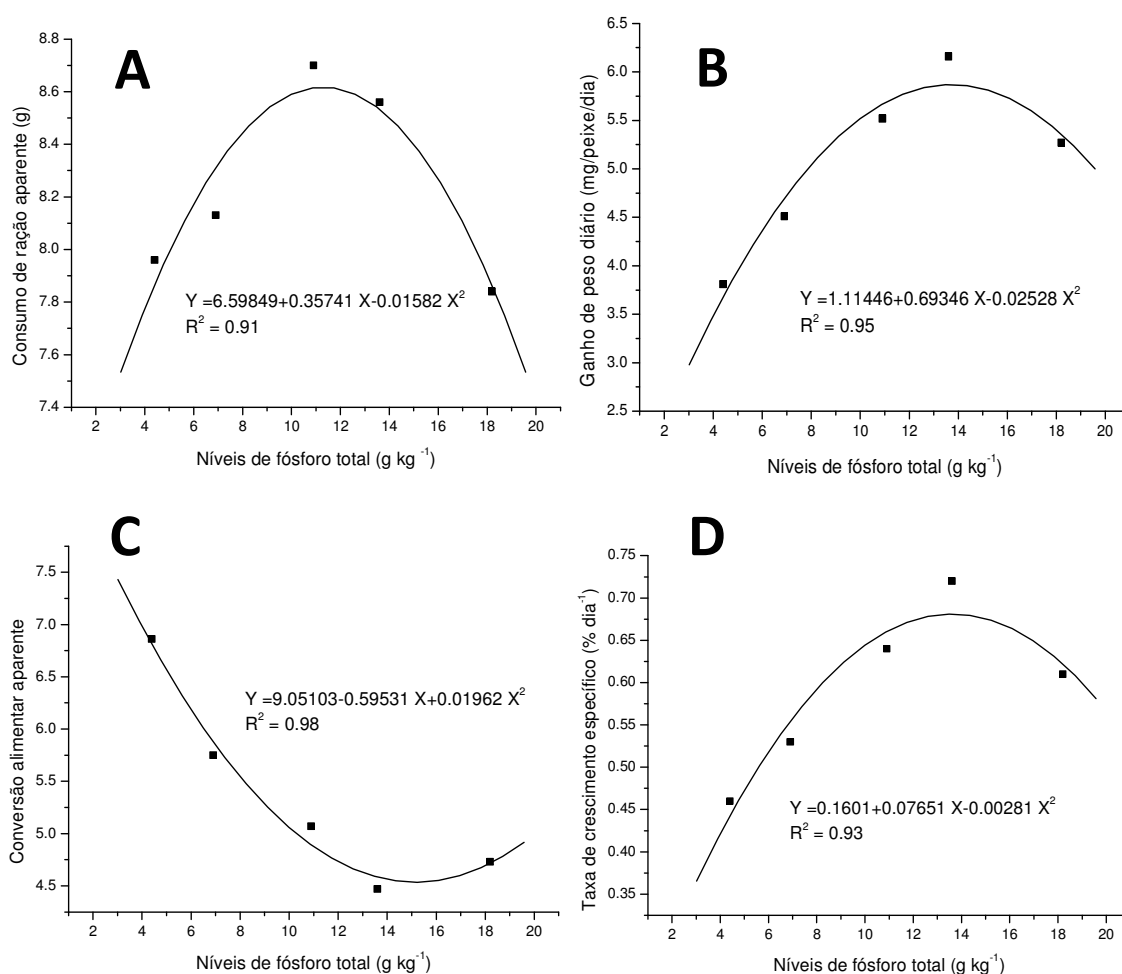


Figura 1. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kingiuo sobre: A, consumo de ração aparente. B, ganho de peso diário. C, conversão alimentar aparente. D, taxa de crescimento específico.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios da taxa de eficiência protéica (TEP), taxa de utilização do fósforo (TUP), valor produtivo da proteína (VPP) e a taxa de retenção de fósforo (TRP). Esses parâmetros foram influenciados pelos diferentes níveis de P total na dieta para os kingiuos. Para a variável VPP, foi observado que os animais alimentados com as dietas ausentes de suplementação de P apresentaram os menores valores, seguidos dos animais alimentados com dietas contendo 13,60g kg⁻¹ de P total. Não houve diferença no VPP para os animais alimentados com os demais níveis de suplementação de P total ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho de Kingiuo (*Carassius auratus*), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total (Pt) (Média ± DP)

Nível de P (g kg ⁻¹)	TEP (%)	TUP (%)	VPP (%)	TRP (%)
3,50 (4,40) ¹	0,50±0,09	34,08±6,35	9,93±1,70c	40,49±2,21
6,50 (6,90)	0,58±0,05	25,37±2,21	14,32±0,43a	28,20±5,78
9,50 (10,90)	0,70±0,11	18,44±2,95	14,44±1,18a	29,28±1,74
12,50 (13,60)	0,76±0,13	16,79±2,93	11,43±1,12b	19,62±2,59
15,50 (18,20)	0,73±0,04	11,65±0,69	14,26±0,72a	17,17±1,65
Efeito				
Linear	(P<0,01)	(P<0,01)	ns	(P<0,01)
Quadrático ¹	(P<0,01)	ns	ns	ns

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de significância. ns- não significativo. ¹ Valores entre parênteses equivale aos valores analisados de fósforo. Taxa de eficiência protéica (TEP), taxa de utilização do fósforo (TUP), valor produtivo da proteína (VPP), taxa de retenção de fósforo (TRP).

O modelo que melhor se ajustou aos parâmetros TUP e TRP foi o linear, apresentando efeito inverso à adição de P nas dietas (Figura 2). Já para a TEP, o modelo polinomial de segunda ordem foi o que melhor se ajustou aos dados, podendo-se estimar o nível de P que proporcionou maior utilização da proteína o de 15,46 g kg⁻¹ da dieta (Figura 2).

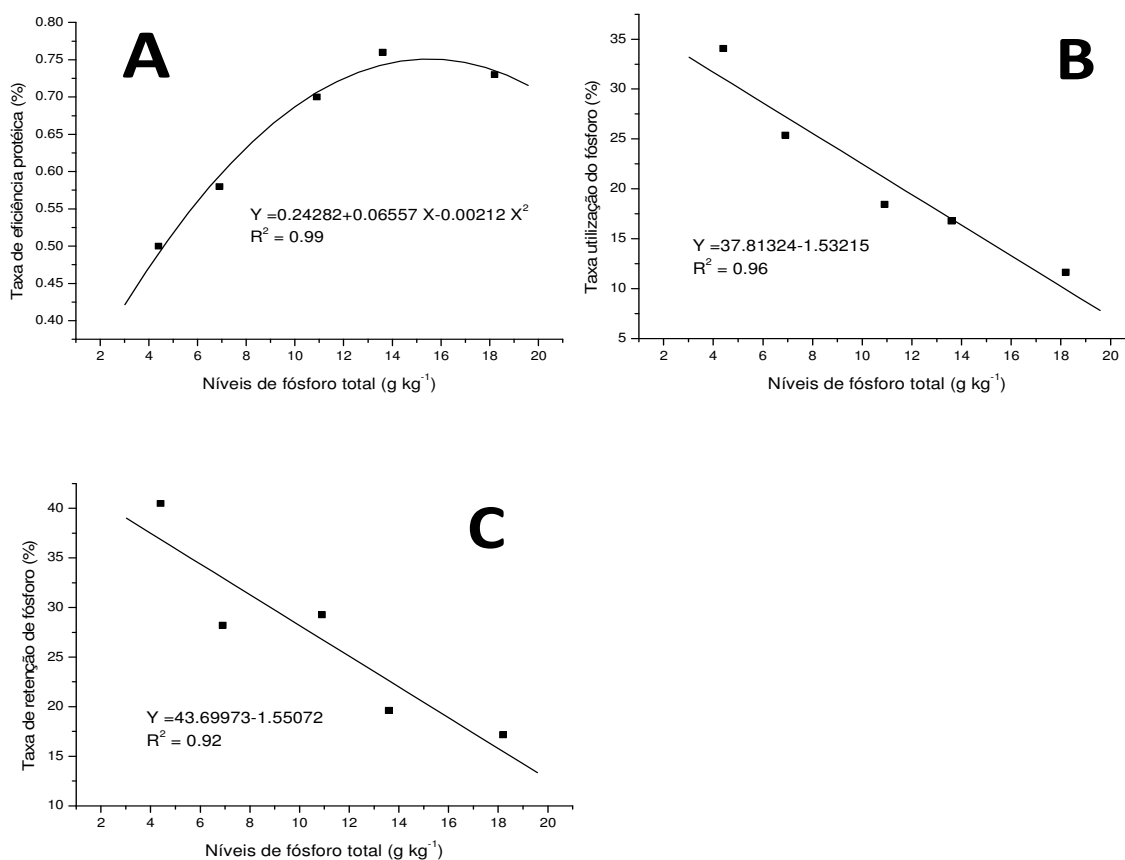


Figura 2. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kingiuo sobre: A, taxa de eficiência protéica. B, taxa de utilização do fósforo. C, taxa de retenção de fósforo.

Em relação a composição mineral da carcaça dos peixes, observa-se que, os níveis de suplementação de P influenciaram a composição corporal dos macrominerais. Entretanto, este efeito não foi observado para os microminerais Mn, Fe e Zn (Tabela 4) ($P > 0,05$). Os peixes alimentados com as dietas ausentes de suplementação de P apresentaram os menores valores de Ca na carcaça, enquanto que os peixes alimentados com os maiores níveis de P ($18,20 \text{ g kg}^{-1}$) apresentaram maior deposição de Ca. Não foi observado diferença entre os demais níveis avaliados.

Tabela 4. Composição mineral na carcaça de kingiuo, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de fósforo total (Pt) (Média \pm DP)

Nível de P (g kg^{-1})	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Manganês	Ferro	Zinco
	g kg^{-1}			mg kg^{-1}		
3,50 (4,40) ¹	7,12 \pm 0,58b	6,10 \pm 0,57	2,08 \pm 0,50	27,58 \pm 2,91	97,18 \pm 11,14	5,84 \pm 0,55
6,50 (6,90)	7,98 \pm 0,52ab	7,48 \pm 1,10	1,71 \pm 0,35	26,48 \pm 2,97	87,54 \pm 16,04	5,74 \pm 0,51
9,50 (10,90)	8,68 \pm 1,39ab	7,41 \pm 0,72	0,55 \pm 0,24	25,72 \pm 1,99	84,45 \pm 7,53	6,01 \pm 0,45
12,50 (13,60)	7,87 \pm 0,89ab	7,20 \pm 0,48	2,03 \pm 0,68	26,50 \pm 2,76	90,47 \pm 11,01	5,42 \pm 0,47
15,50 (18,20)	9,07 \pm 1,42a	7,03 \pm 0,49	2,36 \pm 0,76	26,67 \pm 2,61	94,46 \pm 12,10	6,06 \pm 0,71
Efeito						
Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático ¹	ns	($P < 0,05$)	($P < 0,01$)	ns	ns	ns

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de significância. ns - não significativo. ¹ Valores entre parênteses equivale aos valores analisados de fósforo.

Observou-se efeito quadrático para o conteúdo de P ($P < 0,05$) e Mg ($P < 0,01$) na carcaça em resposta a suplementação de P da dieta (Figura 3). Os níveis que proporcionaram maior deposição de P e Mg na carcaça foram 12,38 e $10,64 \text{ g kg}^{-1}$ de P total, respectivamente.

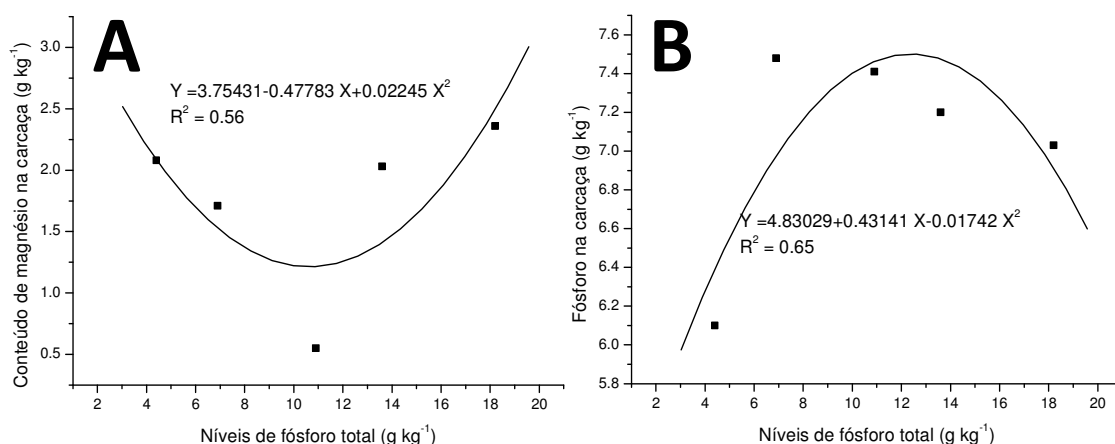


Figura 3. Efeito do fósforo total em dietas para alevinos de kingiuo sobre o conteúdo de magnésio (A) e fósforo (B) da carcaça.

DISCUSSÃO

O fósforo é um mineral que tem sido extensivamente estudado para peixes devido a sua importância como fator impactante, tanto no crescimento destes animais como no impacto ambiental em cultivos intensivos de peixes. Assim, estudos têm demonstrado que a exigência em P para a maioria das espécies de peixes encontra-se entre 4 a 9 g kg⁻¹ (Lall 2002). Especificamente para a família dos peixes ciprinídeos, os valores de exigência com base no crescimento, relatados na literatura, têm variado entre 6 e 8 g kg⁻¹ de P total (Ogino & Takeda 1976; Nakamura 1982; Nwanna et al. 2010). Apesar do kinguio fazer parte da família dos ciprinídeos, os valores de exigência de P total para máximo crescimento (entre 13,61 a 13,72g kg⁻¹), observados no presente estudo foram superiores aos valores relatados na literatura para esta família de peixes. Isto pode ser explicado devido a diversos fatores, como as diferenças entre espécies dentro do mesmo grupo; o estágio de vida do peixe; a composição das dietas experimentais utilizadas nos estudos; e a fonte de fósforo utilizada.

Os níveis de fósforo das dietas influenciaram ($P < 0,05$) a taxa de crescimento específico (TCE). De forma contrária, Haylor et al. (1988) e Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004), estudando níveis de fósforo em dietas purificadas respectivamente, para alevinos de tilápia do Nilo e juvenis de robalo, não encontraram diferenças significativas para a TCE. Os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes aos encontrados por Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001), para juvenis de dourada, e por Roy & Lall (2003), para *haddock*, que observaram efeito significativo do nível de fósforo da dieta sobre a TCE dos animais. As diferenças nas exigências de fósforo total obtidas por esses autores estão relacionadas à espécie de peixe utilizada, à fonte de fósforo, ao tamanho do peixe, ao manejo alimentar, aos minerais dissolvidos no meio aquático, à variável utilizada como critério de resposta e ao modelo estatístico utilizado.

Neste estudo, foi observado que os kinguios alimentados com níveis superiores a 11,30 g kg⁻¹ de P, apresentaram reduzido consumo de ração. Isto pode estar relacionado com a baixa palatabilidade do fosfato bicálcico, causando uma leve redução no consumo da dieta, haja vista que as dietas

experimentais foram compostas basicamente por ingredientes de origem vegetal. Apesar da maioria dos estudos com suplementação de P para peixes não apresentarem influência dos níveis de P sobre este parâmetro (Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues 2004; Furuya et al. 2008b; Ribeiro et al. 2006), alguns estudos observaram resultados semelhantes aos da presente pesquisa (Furuya et al. 2008a). Estas diferenças podem estar relacionadas, principalmente, com a composição em ingredientes das dietas experimentais. Houve, ainda, redução no consumo pelos peixes alimentados com a dieta com menor valor de fósforo total, fato constatado também por Yang et al. (2006) em estudo com juvenis de milkfish (*Chanos chanos*).

A conversão alimentar dos peixes alimentados com as dietas ausentes de suplementação de P foi prejudicada devido a redução no consumo de ração pelos animais e o baixo ganho em peso. O nível que se mostrou ótimo para este parâmetro foi de 15,17 g kg⁻¹ de P total, comprovando que níveis inadequados de fósforo prejudicam o aproveitamento da dieta. Esses resultados mostram-se semelhantes aos obtidos com outras espécies de peixes, com melhora significativa na conversão alimentar com o aumento do nível de fósforo na dieta (Dato-Cajegas & Yakupitiyage 1996; Pezzato et al. 2006).

De modo geral, o desempenho produtivo dos peixes que receberam a dieta com 4,4 g kg⁻¹ de fósforo total foi inferior ao obtido com os demais tratamentos. Esse menor desempenho provavelmente resultou da insuficiência de fósforo total para o crescimento, uma vez que o fósforo está intimamente associado ao metabolismo do animal e a sua deficiência acaba acarretando em perda de apetite e prejudicando a eficiência de utilização do alimento, conseqüentemente há deficiência energética para o metabolismo e isto leva as perdas de peso e redução do seu desempenho. Resultados semelhantes foram encontrados com tilápia do Nilo (Watanabe et al. 1980; Dato-Cajegas & Yakupitiyage 1996; Miranda et al. 2000), demonstrando que os peixes alimentados com as dietas deficientes em fósforo apresentam piores respostas de desempenho.

Os resultados obtidos por Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001), em trabalho realizado com juvenis de gilthead sea bream (*Sparus aurata*),

observaram pequeno aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar de peixes alimentados com dietas contendo mais de $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total, no entanto, não observaram piora no crescimento ou na eficiência de utilização do P pelos peixes alimentados com dietas com até $17,0 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total, o que também foi confirmado por Asgard & Shearer (1997) em estudo realizado com juvenis de salmão-do-atlântico (*Salmo salar*) alimentados com dietas contendo $4,4 \text{ g kg}^{-1}$ a $25,3 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo.

Neste estudo, foi observada uma maior eficiência da utilização da proteína, traduzido pelos maiores valores de TEP e VPP, para os animais que receberam dietas suplementadas com fósforo total, enquanto arraçoados com dietas ausente de suplementação apresentaram os piores resultados. A menor utilização de proteína pelos peixes alimentados com a dieta com $4,40 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total, possivelmente, está relacionado com a diminuição da velocidade da β -oxidação dos ácidos graxos, uma vez que, o fósforo é importante ativador de algumas enzimas desta via. Com a sua deficiência, resulta em menor utilização dos lipídios como fonte de energia e em utilização de proteína como fonte alternativa de energia (Roy & Lall 2003). Segundo Onishi et al. (1982), os níveis baixos de fósforo na dieta, possibilita uma inadequada utilização dos aminoácidos derivados da proteína da dieta, os quais ao invés de serem utilizados para a síntese corporal, são utilizados para a produção de energia via gliconeogênese. Assim, isto pode explicar a maior taxa de eficiência protéica pelos peixes alimentados com a dieta contendo $15,46 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total encontrada neste estudo.

Esta relação entre o nível de fósforo na dieta e a utilização da fração nitrogenada é bastante variável. Trabalhos conduzidos por Pimentel-Rodrigues & Oliva-Teles (2001) e Oliva-Teles & Pimentel-Rodrigues (2004) comprovam que a utilização do nitrogênio foi mais eficiente nos peixes alimentados com dietas contendo $5,7$ e $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo total, respectivamente, o que foi equivalente a exigência para máximo crescimento.

A taxa de utilização de fósforo foi maior nos peixes alimentados com as dietas deficientes em fósforo ($4,4 \text{ g kg}^{-1}$), traduzidos pela TUP e TRP, com redução linear de acordo com o aumento dos níveis de suplementação de P total. Resultados similares foram observados para a dourada e a truta arco-íris

que, da mesma forma que no presente estudo, apresentaram redução na retenção de P com o aumento do nível de P nas dietas (Bureau & Cho 1999; Coloso et al. 2003). A melhor utilização do P nos animais alimentados com baixa quantidade de P pode estar relacionada ao aumento na capacidade de absorção e aproveitamento do P da dieta pelos peixes, aumentando assim a taxa de utilização deste mineral. Maior absorção de P em peixes deficientes foi relatada em truta arco-íris (Rodehutschord et al. 2000; Sugiura et al. 2000) com redução linear da digestibilidade do P com o aumento do conteúdo deste mineral nas dietas. Apesar da digestibilidade do P ainda não ter sido avaliada para o kinguio, pode-se supor que o mesmo mecanismo possa ocorrer nesta espécie, sendo necessários maiores estudos acerca desse assunto.

A composição mineral da carcaça e dos ossos é um dos parâmetros mais avaliados nos peixes, que determina a saúde óssea e o aproveitamento do P pelo animal. Neste estudo, não foi observado efeito da suplementação de P sobre a composição em microminerais da carcaça, entretanto o P influenciou a o conteúdo de macrominerais (Ca, P e Mg) da carcaça. Apesar de alguns estudos com ciprinídeos terem observado efeito do P sobre o conteúdo de microminerais da carcaça (Nwanna et al. 2010), este padrão não é muito evidente apresentando alta variação nos resultados para as diferentes espécies de peixes.

Normalmente os valores de exigência para máxima mineralização óssea ou da carcaça em peixes são maiores que a exigência para máximo crescimento (Lall 2002; Yang et al. 2006; Zhang et al. 2006). Entretanto, foi observado no presente estudo que o kinguio apresentou menor exigência para mineralização da carcaça (entre 10,64 e 12,38g kg⁻¹) quando comparada a exigência estimada para crescimento (entre 13,61 a 13,72g kg⁻¹). Essa menor exigência observada para esta espécie pode estar relacionada a menor concentração óssea destes peixes ornamentais visto que muitas variedades desta espécie apresentam ossos finos, apresentando alta massa abdominal. Entretanto, maiores estudos são necessários de forma a indicar a razão desta reduzida necessidade ou mesmo comprovar nossas hipóteses.

Os resultados deste estudo indicam que o adequado nível de fósforo total em dietas para alevinos de Kinguio é necessário para o crescimento, para

utilização de nutrientes e suficientes para deposição de minerais na carcaça. Além disso, a utilização de níveis adequados de P na dieta para as espécies de peixes ornamentais melhora a eficiência produtiva, minimiza o aparecimento de deficiência óssea, assim como, reduz a excreção deste mineral para o meio aquático, mantendo a qualidade da água tanto nos sistemas de produção comercial de peixes ornamentais como nos aquários utilizados para a manutenção caseira destes animais. Deve-se ressaltar que este trabalho é o primeiro relato sobre a exigência de minerais para esta espécie, sendo necessários outros estudos de forma a confirmar os valores de exigência obtidos, assim como a determinação da exigência para kinguios em outras fases de vida.

CONCLUSÃO

A utilização de níveis de P total entre 13,61 e 15,46 g kg⁻¹ atende a exigência para máximo crescimento, melhor conversão alimentar, e adequada deposição de minerais na carcaça de alevinos de kinguio nas condições experimentais do presente estudo.

REFERÊNCIAS

- Asgard, T. & Shearer, K.D. (1997) Dietary phosphorus requirement of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Nutrition*. 3, 17-23,.
- AOAC. (1995) Official Methods of Analysis (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1141 pp.
- Bureau, D. P.; Cho, C.Y. (1999) Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Estimation of dissolved phosphorus output. *Aquaculture*, 179, 127-140.
- Coloso, R.M.; King, K.; Fletcher, J.W.; Hendrix, M.A.; Subramanyam, M.; Weis, P.; Ferraris, R.P. (2003) Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. *Aquaculture*. 220, 801-820.

- Dato-Cajegas, C.S. & Yakupitiyage, A. (1996) The need for dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive culture. *Aquaculture*.144, 227-237.
- Fiogbé, E.D. & Kestemont, P. (1995) An assessment of the protein and amino acid requirement in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. *Journal of Applied of Ichthyology*. 1, 282-289.
- Furuya, W.M.; Fujii, K.M.; Santos, L.D. ; Silva, T.S.C.; Silva, L.C.R.; Sales, P.J. (2008b.) Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilapia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37, 1517-1522.
- Furuya, W.M.; Fujii, K.M.; Santos, L.D. dos; Silva, T.S. de C.; Silva, L.C.R. da; Michelato, M. (2008^a) Exigência de fósforo disponível para tilapia-do-nilo (35 a 100 g). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37, 961-966.
- Haylor, G.S.; Beveridge, M.C.M.; Jauncey, K. (1988) Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*. In: The second international symposium on tilapia in Aquaculture, Proceedings... Manila: Department of Fisheries, 341-345.
- Hua, K. & Bureau, D.P. (2010) Quantification of differences in digestibility of phosphorus among cyprinids, cichlids, and salmonids through a mathematical modelling approach. *Aquaculture*. 308, 152-158.
- Lall, S.P. (2002) The minerals. In: Halver, J.E.; Hardy, R.W. Eds. Fish nutrition, third Edition, Elsevier Science (USA), 259-308.
- Lima, A.O. (2003) Aquicultura ornamental: O potencial de mercado para algumas espécies ornamentais: Formas alternativas de diversificação da produção na aquicultura brasileira. *Panorama da Aquicultura*. 13, 23-29.
- Lochmann, R.T. & Phillips, H. (1994) Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture*. 128, 277-285.

Miranda, E.C.; Pezzato, A.C.; Pezzato, L.E.; Graner, C.F.; Rosa, G.J.; Pinto, L.G.Q. (2000) Relação cálcio/fósforo disponível em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29, 2162-2171.

Nakamura, Y. (1982) Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carps. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 48, 409-414.

National Research Council – NRC. (2011) Nutrient requirement of fish and shrimp. Washington: National Academic Press, 164-184.

National Research Council - NRC. (1993) Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. Washington, D.C.: National Academy Press, 102pp.

Nwanna, L.C., Kühlwein, H. Schwarz, F.J., (2010) Phosphorus requirement of common carp (*Cyprinus carpio* L) based on growth and mineralization. *Aquaculture*. 41, 401-410.

Ogino, C. & Takeda, H. (1976). Mineral requirements in fish 3. Calcium and phosphorus requirements in carp. *Bulletin of the Japanese Journal of Scientific Fisheries*. 45, 1527-1532.

Oliva-Teles, O. & Pimentel-Rodrigues, A.M.P (2004) Phosphorus requirements of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles. *Aquaculture Research*. 35, 636-642.

Onishi, T.; Suzuki, M.; Takeuchi, M. (1982) Change in carp hepatopancreatic enzyme activities with dietary phosphorus levels. *Bulletin of Japanese Society of Science and Fisheries*. 47, 353-357.

Pezzato, L.E.; Miranda, E.C.; Barros, M.M.; Pinto, L.G.Q.; Furuya, W.M.; Pezzato, A.C. (2002) Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31, 1595-1604.

Pezzato, L.E.; Santa Rosa, M.J.; Barros, M.M.; Gomes, I. (2006) Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural*. 36, 1600-1605.

- Pimentel-Rodrigues, P. & Oliva-Teles, O. (2001) Phosphorus requirements of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. *Aquaculture Research*. 32, 157-161.
- Ribeiro, F.B; Lanna, E.A.T.; Bomfim, M.A.D. et al (2006) Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1588-1593.
- Rodehutsord, M.; Gregus, Z.; Pfeffer, E. (2000) 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*. 188, 383–398.
- Rosa, J.C.S.; Silva, J.W.B.; Oliveira, J.W.B (1994) Propagação Artificial do Peixe Japonês, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1766) Gunther, 1870, com Extrato de Hipófise. *Ciê. Agron.* 25, 44-52.
- Roy, P.K. & Lall, S.P. (2003) Dietary phosphorus requirements of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). *Aquaculture*. 221, 451-468.
- Sugiura, S.H.; Dong, F.M.; Hardy, R.W. (2000) Primary responses of rainbow trout to dietary phosphorus concentrations. *Aquaculture Nutrition*. 6, 235–245.
- Watanabe, T.D.; Takeuchi T.; Murakami A. et al. (1980) The availability to *Tilapia nilotica* of phosphorus in white fish meal. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 46, 897-899.
- Yang, S.; Lin, T.; Liu, F. et al. (2006) Influence of dietary phosphorus levels on growth, metabolic response and body composition of juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*. 253, 592-601.
- Zhang, C.; Mai, K.; Ai, Q. et al. (2006) Dietary phosphorus requirement of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*. 255, 201-209.

ANEXO 1

Normas para publicação no periódico *Aquaculture Nutrition*

Author Guidelines

Manuscript Submission

Manuscripts should be submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/anu>. Full instructions and support are available on the site and a user ID and password can be obtained on the first visit. Support can be contacted by phone (+1 434 817 2040 ext. 167), e-mail (support@scholarone.com) or at <http://mcv3support.custhelp.com>. If you cannot submit online, please contact Anette Hatland in the Editorial Office by telephone (+47 55905200) or by e-mail (an@nifes.no).

A covering letter must be included, signed by the corresponding author (i.e., the author to whom correspondence should be addressed), and stating on behalf of all the authors that the work has not been published and is not being considered for publication elsewhere. Authors are encouraged to suggest four potential referees for their manuscripts.

Copyright

It is a condition of publication that authors assign the Copyright Transfer Agreement (CTA) to the Publisher for all articles including abstracts. Papers will not be considered for publication unless the CTA has been assigned. To assist authors, a **CTA** is available from the Editorial Office or by clicking [here](#).

When submitting your paper to *Aquaculture Nutrition* we would appreciate it if you uploaded an electronic copy of the Copyright Transfer Agreement as a 'Supplementary File Not for Review'. If you have any problems doing so, please contact Anette Hatland in the Editorial Office by telephone (+47 55 90 51 00) or by e-mail (an@nifes.no).

Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.

Page Charges

New: Starting in 2011, original research articles exceeding 8 pages when in proof will be subject to a page charge of GBP 100 per additional page. The first 8 pages will be published free of charge. An average 8-page article will have approximately 6200 words in manuscript, with approximately 5 figures or tables and 50 references. An invoice will be sent to authors for these charges upon print publication of their article. Invited and review articles are excluded from this rule. Download [Page Charge Form](#).

Preparation of the Manuscript

All sections of the manuscript should be double-spaced and with 30mm margins. Articles are accepted for publication only at the discretion of the Editor(s). Authors will receive prompt acknowledgement of receipt of their paper and a decision will be reached within 3 months of receipt. A manuscript should consist of the following sections:

Title page

This should include: the full title of the paper; the full names of all the authors; the name(s) and address(es) of the institution(s) at which the work was carried out (the present addresses of the authors, if different from the above, should appear in a footnote); the name, address, and telephone and fax numbers of the author to whom all correspondence and proofs should be sent; a suggested running title of not more than fifty characters, including spaces; and six key words to aid indexing.

Main text

Generally, all papers should be divided into the following sections and appear in the order: (1) Abstract or Summary, not exceeding 150-200 words, (2) Introduction, (3) Materials and Methods, (4) Results, (5) Discussion, (6) Acknowledgements, (7) References, (8) Figure legends, (9) Tables, (10) Figures.

The Results and Discussion sections may be combined and may contain subheadings. The Materials and Methods section should be sufficiently detailed to enable the experiments to be reproduced. Trade names should be capitalized and the manufacturer's name and address given.

All pages must be numbered consecutively from the title page, and include the acknowledgements, references and figure legends, which should be submitted on separate sheets following the main text. The preferred position of tables and figures in the text should be indicated in the left-hand margin.

Units and spellings

Système International (SI) units should be used. The salinity of sea water should be given as g L^{-1} . Use the form g mL^{-1} not g/mL . Avoid the use of g per 100g, for example in food composition, use g kg^{-1} . If other units are used, these should be defined on first appearance in terms of SI units, e.g. mmHg. Spelling should conform to that used in the Concise Oxford Dictionary published by Oxford University Press. Abbreviations of chemical and other names should be defined when first mentioned in the text unless they are commonly used and internationally known and accepted.

Scientific names and statistics

Complete scientific names should be given when organisms are first mentioned in the text and in tables, figures and key words. The generic name may

subsequently be abbreviated to the initial, e.g. *Gadus morhua* L., otherwise G. *morhua*. Carry out and describe all appropriate statistical analyses.

References (Harvard style)

References should be cited in the text by author and date, e.g. Lie & Hemre (1990). Joint authors should be referred to by et al. if there are more than two, e.g. Hemre et al. (1990).

More than one paper from the same author(s) in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc., placed after the year of publication. Listings of references in the text should be chronological. At the end of the paper, references should be listed alphabetically according to the first named author. The full titles of papers, chapters and books should be given, with the first and last page numbers; journal titles should be abbreviated according to World List of Scientific Periodicals.

Lie, O., Lied, E. & Lambertsen, G. (1988) Feed optimization in Atlantic cod (*Gadus morhua*): fat versus protein content in the feed. *Aquaculture*, 69, 333-341.

Lall, S.P. (1989) The minerals. In: *Fish Nutrition* (Halver, J.E. ed.), 2nd edn, Vol. 1, pp. 219-257. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA.

Work that has not been accepted for publication and personal communications should not appear in the reference list, but may be referred to in the text (e.g. A. Author, unpubl. observ.; A.N. Other, pers. comm.). It is the authors' responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication. A letter of permission should accompany the manuscript.

References in Articles

We recommend the use of a tool such as EndNote (<http://www.endnote.com/>) or Reference Manager (<http://www.refman.com/>) for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here: <http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

Illustrations and tables

These should be referred to in the text as figures using Arabic numbers, e.g. Fig. 1, Fig. 2, etc., in order of appearance. Three copies of each figure should be submitted and each figure should be marked on the back with its appropriate number, together with the name(s) of the author(s) and the title of the paper.

Where there is doubt as to the orientation of an illustration the top should be marked with an arrow.

Photographs and photomicrographs should be unmounted glossy prints and should not be retouched. Labelling should be clearly indicated on an overlay or photocopy. Colour illustrations are acceptable when found necessary by the Editor; however, the author may be asked to contribute towards the cost of printing.

Line drawings should be on separate sheets of white paper in black indelible ink (dot matrix illustrations are not permitted); lettering should be on an overlay or photocopy and should be no less than 4 mm high for a 50% reduction. Please note, each figure should have a separate legend; these should be grouped on a separate page at the end of the manuscript. All symbols and abbreviations should be clearly explained.

Tables should be self-explanatory and include only essential data. Each table must be typewritten on a separate sheet and should be numbered consecutively with Arabic numerals, e.g. Table 1, and given a short caption. No vertical rules should be used. Units should appear in parentheses in the column headings and not in the body of the table. All abbreviations should be defined in a footnote.

All tables and figures that are reproduced from a previously published source must be accompanied by a letter of permission from the Publisher or copyright owner.

Colour figures

It is the policy of Aquaculture Nutrition for authors to pay the full cost for the reproduction in print of their colour artwork. Therefore, please note that if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley-Blackwell requires you to complete and return a colour work agreement form before your paper can be published. This form can be downloaded as a PDF* [here](#). If you are unable to access the internet, or are unable to download the form, please contact the Production Editor at the address below and they will be able to email or FAX a form to you.

Production Editor
John Wiley & Sons Singapore
Journal Content Management
1 Fusionopolis Walk
#07-01 Solaris South Tower
Singapore 138628

Phone: +65 6643 8423 (direct line)
Fax: +65 6643 8599

Once completed, please post or courier all pages of your completed form to the Production Editor at the address above. Please note that electronic or faxed

copies cannot be accepted. Any article received by Wiley-Blackwell with colour work will not be published until the form has been returned.

* To read PDF files, you must have Acrobat Reader installed on your computer. If you do not have this program, this is available as a free download from the following web address:<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

Acknowledgements

These should be brief and must include references to sources of financial and logistical support.

Page Proofs and Reprints

Proofs will be sent via e-mail as an Acrobat PDF (portable document format) file. The e-mail server must be able to accept attachments up to 4 MB in size. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:<http://www.adobe.com/prodindex/acrobat/main.html> This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs. Proofs must be returned to the Editor within 3 days of receipt, ideally by fax. Only typographical errors can be corrected at this stage. Major alterations to the text cannot be accepted.

Author Services

NEW: Online production tracking is now available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services.

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Offprints

Offprints of articles may be ordered at the proof stage. The corresponding author will be provided with five free copies of the published issue. Where there are more than two authors, the corresponding author will receive two free copies for distribution to each author.

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via author services only. Please therefore sign up for author services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields.

<http://offprint.cosprinters.com/blackwell>

If you have queries about offprints please email offprint@cosprinters.com

Early View

Aquaculture Nutrition is covered by Wiley-Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.