

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Suplementação de fitase na dieta de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): efeito sobre o desempenho produtivo e características de carcaça**

**Cleber Bastos Rocha**

Pelotas, 2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Cleber Bastos Rocha

**Suplementação de fitase na dieta de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): efeito sobre o desempenho produtivo e características de carcaça**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: produção animal).

Orientador: Prof. Dr. Juvêncio Luís Osório Fernandes Pouey

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier

Pelotas, 2006

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744 )

R672s Rocha, Cleber Bastos

Suplementação de fitase na dieta de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): efeito sobre o desempenho produtivo e características de carcaça / Cleber Bastos Rocha ; orientador Juvêncio Luís Osório Fernandes Pouey; co-orientador Eduardo Gonçalves Xavier . – Pelotas, 2006. –56f. : il. Dissertação (Mestrado). Produção Animal. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas,. Pelotas, 2006.

1. *Rhamdia quelen* 2. Fitase 3. Ácido Fítico 4. Desempenho 5. Jundiá I Pouey, Juvêncio Luís Osório Fernandes (orientador) II .Título.

CDD 639.375 2

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Tereza Osório

Prof. Dr. Ricardo Berteaux Robaldo

Dr. Victor Fernando Büttow Roll

“O ouvido que escuta a advertência da vida  
terá a sua morada entre os sábios”.

Provérbios 15:31

Aos meus pais Walter e Melba

A meu irmão Márcio

A minha namorada Luciana

Dedico

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Juvêncio Luís Fernandes Pouey pela valiosa orientação, confiança e amizade durante o curso e execução do trabalho, o qual não poupou dedicação ao meu amadurecimento e formação profissional.

Ao professor Eduardo Gonçalves Xavier pela co-orientação, amizade e ensinamentos transmitidos.

Aos colegas e amigos Clarisse Martins, Dariane Enke, Diones Almeida, Paulo Lopes e Rosamari Piaia pela amizade, carinho, incentivo e auxílio em todos os momentos.

Aos colegas de mestrado Fernanda Lourenço, Francisco Coelho, Marcos Dai Prá, Marines Ferlin e Vanessa Monks pelo grande companheirismo durante o curso.

À empresa BASF S.A. pela doação da enzima fitase.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## Resumo

ROCHA, Cleber Bastos. **Suplementação de fitase na dieta de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): efeito sobre o desempenho produtivo e características de carcaça**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O fósforo é um dos suplementos minerais de maior custo na formulação das rações. Entretanto, a maior parte do fósforo em sementes de oleaginosas e cereais encontra-se ligado ao ácido fítico em um complexo denominado fitato, indisponível para monogástricos devido à ausência da enzima fitase. Este experimento foi realizado para avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de fitase (Natuphos® 5000 G) (0, 500, 1000 e 1500 FTU/kg dieta) sobre o desempenho produtivo de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). Todas as rações foram fornecidas em 10% da biomassa total durante 45 dias. Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, comprimento padrão, taxa de crescimento específico, fator de condição corporal e rendimento de carcaça. Além disso, avaliou-se o efeito dos níveis de fitase sobre a composição química da carcaça. Não foram observados efeitos dos níveis de suplementação de fitase sobre os parâmetros de desempenho dos juvenis de jundiá, entretanto, verificou-se um aumento linear no extrato etéreo da carcaça ( $P < 0,05$ ). Para os alevinos de jundiá, observou-se um aumento linear no ganho de peso e uma redução também linear no extrato etéreo da carcaça com o aumento da adição de fitase à dieta ( $P < 0,05$ ).

Palavras-chave: Fitase. Jundiá. Ácido fítico. Desempenho. *Rhamdia quelen*.

## Abstract

ROCHA, Cleber Bastos. **Suplementação de fitase na dieta de alevinos e juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): efeito sobre o desempenho produtivo e características de carcaça**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Phosphorus is one of the most expensive minerals added to the diets. Most of the P content in cereal grains and oilseed meals is bound to phytic acid, in a complex called phytate. Phytate P is not available to monogastrics because they lack enough phytase in their gastrointestinal tract. This study aimed to evaluate the effects of adding increasing levels of phytase (Natuphos® 5000 G) (0, 500, 1000 and 1500 PU/kg of diet) on performance and carcass traits of jundiá (*Rhamdia quelen*) juveniles and fingerlings. Fish were fed diets at 10% of total body weight during a 45 day period. The following parameters were evaluated: weight gain, standard length, rate of specific growth, factor of body condition and carcass of efficiency. Additionally, the effects of phytase on the carcass composition were studied. Increasing levels of phytase did not affect performance of jundiá juveniles ( $P>0.05$ ). On the other hand, a linear increase in the ether extract of carcass was obtained with increasing levels of added phytase ( $P<0.05$ ). Increasing levels of phytase linearly improved weight gain and linearly reduced ether extract of carcass of jundiá fingerlings ( $P<0.05$ ).

Keywords: Phytase. Jundiá. Phytic acid. Performance. *Rhamdia quelen*.

## Lista de Figuras

Figura 1	Aquários utilizados para realização dos experimentos.....	24
Figura 2	Ganho de peso dos alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.....	34
Figura 3	Taxa de crescimento específico dos alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.....	34
Figura 4	Percentagem de extrato etéreo na carcaça dos alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.....	40
Figura 5	Percentagem de cinzas nos ossos da medula vertebral de alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.....	41
Figura 6	Percentagem de extrato etéreo na carcaça dos juvenis de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.....	43

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Composição das dietas testadas no experimento.....	27
Tabela 2	Análise de variância para o modelo estatístico utilizado.....	28
Tabela 3	Parâmetros limnológicos da água das unidades experimentais observadas durante os experimentos I e II.....	32
Tabela 4	Desempenho produtivo de alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) alimentados com níveis crescentes de fitase na dieta durante 45 dias, médias, desvio padrão e nível de significância (p).....	33
Tabela 5	Desempenho produtivo de juvenis de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) alimentados com níveis crescentes de fitase na dieta durante 45 dias, médias, desvio padrão e nível de significância (p) .....	36
Tabela 6	Composição química das carcaças de alevinos de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas de desvio padrão e nível de significância (p) .....	39
Tabela 7	Composição química das carcaças de juvenis de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas de desvio padrão e nível de significância (p) .....	42
Tabela 8	Concentração média de Ca e P nos ossos e na carcaça de juvenis de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas do desvio padrão e nível de significância (p) .....	45

## Sumário

Resumo.....	6
Abstract.....	7
Lista de Figuras.....	8
Lista de Tabelas.....	9
1. Introdução.....	12
2. Revisão de literatura.....	15
2.1. O jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ).....	15
2.2. Enzima fitase.....	16
2.3. Fitase na dieta de peixes.....	18
2.4. Experimentos com uso de fitase.....	20
2.5. Importância do fósforo e seu potencial poluidor.....	21
3. Material e métodos.....	24
3.1. Instalações.....	24
3.2. Animais.....	25
3.3. Preparação das dietas experimentais.....	25
3.4. Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.....	28
3.5. Manejo.....	29
3.6. Análises da composição corporal.....	30
4. Resultados e discussão.....	32

4.1. Parâmetros limnológicos.....	32
4.2. Desempenho produtivo.....	33
4.2.1. Desempenho produtivo dos alevinos de jundiá.....	33
4.2.2. Desempenho produtivo dos juvenis de jundiá.....	35
4.3. Composição corporal e retenção de minerais nos ossos.....	39
4.3.1. Composição química da carcaça dos alevinos.....	39
4.3.2. Composição química da carcaça dos juvenis.....	41
5. Conclusões gerais... ..	47
6. Conclusões.....	48
7. Referências bibliográficas.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos têm sido realizados para determinar as exigências nutricionais de peixes, objetivando uma alimentação que proporcione o máximo desempenho e que tenha o menor custo.

A utilização de ingredientes de origem vegetal na dieta de peixes é limitada devido à presença de uma grande variedade de fatores antinutricionais. Entre estes estão os inibidores de proteases, o fitato, os antivitaminicos, o gossipol, o tanino e os compostos antigênicos (FRANCIS et al., 2001).

Os peixes, assim como os animais monogástricos em geral, não aproveitam eficientemente o fósforo orgânico das dietas, pois não sintetizam a enzima fitase, sendo necessária a suplementação das rações com fósforo inorgânico (Pi), podendo elevar o custo das dietas e provocar a poluição ambiental.

A fitase é uma enzima que hidrolisa o fitato, liberando o fósforo, inositol e outros nutrientes essenciais. Esses ortofosfatos, uma vez liberados, estão prontos para serem absorvidos. Com isso, os minerais Ca e Mg ou os elementos traços vão sendo liberados e convertidos à forma de absorção (VIEIRA et al., 2001).

Muitos fungos, bactérias e leveduras produzem a enzima fitase. A partir de 60 surgiram os primeiros trabalhos, realizados por Nelson et al. (1968), utilizando a enzima fitase produzida por cultivos do *Aspergillus ficuum* em dietas para frangos, obtendo resultados benéficos. Apesar disso, somente no final da década de 80, a produção de fitase atingiu a escala comercial com preços mais acessíveis. Atualmente, a fitase é produzida por diversas empresas do ramo, a partir de fungos do gênero *Aspergillus*, por meio de técnicas de recombinação do DNA (CONTE et al., 2002).

Na busca de alternativas para melhorar o valor nutricional dos alimentos, a biotecnologia tem como um dos objetivos fornecer enzimas exógenas industrialmente produzidas que, suplementadas às dietas, buscam melhorar a eficiência alimentar e a produtividade (PIZZOLANTE et al., 2002).

Do ponto de vista da nutrição, a viabilização técnica das enzimas exógenas é um marco importante, pois permite melhorar o aproveitamento de nutrientes. O

incremento na utilização do fósforo, dos aminoácidos e da energia, por meio da utilização da enzima fitase, poderia vir a representar uma economia significativa no custo final da formulação das rações (TEJEDOR et al., 2001).

O fósforo é um dos suplementos minerais de maior custo na formulação das rações. Com o aumento na utilização de proteínas de origem vegetal para peixes, o emprego da fitase tem como objetivo a disponibilização de P, Ca, Mg, Mn e energia da dieta, reduzindo a poluição ambiental (CHENG; HARDY, 2002).

Enzimas têm sido utilizadas com o objetivo de incorporar matérias-primas de baixo custo às rações e melhorar o aproveitamento dos ingredientes, proporcionando, assim, uma redução do impacto ambiental dos dejetos dos monogástricos (NERY et al., 2000). Entre as fontes de origem vegetal, o farelo de soja destaca-se como fonte sucedânea das proteínas de origem animal, apresentando o perfil de aminoácidos mais favorável e também mais palatável para a maioria dos peixes. Além disso, está disponível nos mercados mundiais, a um custo relativamente baixo, comparado à farinha de peixe (COLDEBELLA; RADÜNZ NETO, 2002).

Devido à grande extensão territorial e a diversidade climática encontrada no Brasil, várias espécies têm sido estudadas para aproveitamento em aquicultura. Dentre elas, destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o matrinxã (*Brycon cephalus*) na Região Norte, o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) na Região Centro Oeste, o jundiá (*Rhamdia quelen*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*) na Região Sul (FRACALOSSO et al., 2004).

O cultivo de jundiá, *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae), vem crescendo rapidamente, principalmente na região sul do Brasil, em função da sua rusticidade, do seu potencial de crescimento no inverno, e a sua resistência a baixas temperaturas (FERREIRA et al., 2001).

Várias espécies tropicais de peixes Teleostei de água doce são criadas em cativeiro, tanto para manutenção da biodiversidade, por meio de programas de repovoamento, quanto para criação comercial. Contudo, essas espécies ainda recebem arraçoamento de maneira imprópria, por falta de maior entendimento sobre suas necessidades nutricionais (SEIXAS FILHO et al., 2000). Por este motivo, muitas vezes se utiliza exigências de espécies cultivadas em outros países como, por exemplo, a do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) para o jundiá (*Rhamdia quelen*).

O jundiá é menos sensível às oscilações térmicas do outono-inverno do extremo sul do Rio Grande do Sul, apresentando um melhor ganho de peso, um maior ganho de biomassa e uma maior taxa de sobrevivência do que o catfish. Na atualidade, as técnicas de reprodução do jundiá estão dominadas, faltando as determinações relacionadas à nutrição, aos sistemas de cultivo e melhoramento genético da espécie (SOUZA et al., 2005).

Esta espécie vem sendo estudada como alternativa à introdução de Siluriformes de outras regiões no sul do Brasil. Assim, estudos sobre aspectos da nutrição da espécie estão sendo desenvolvidos, no sentido de se obterem dietas que proporcionem maior crescimento (PIEDRAS et al., 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação de diferentes níveis de fitase sobre o desempenho produtivo e composição de carcaça de alevinos e juvenis de jundiá.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O jundiá (*Rhamdia quelen*)

O jundiá *Rhamdia quelen* (QUOY; GAIMARD, 1824) pertence à ordem dos Siluriformes, a qual apresenta 31 famílias, com cerca de 400 gêneros e aproximadamente 2000 espécies. Essa ordem inclui peixes caracterizados pelo corpo sem escamas, revestidos por pele nua ou placas ósseas, e por apresentarem também barbilhões ao redor da boca, normalmente em três pares (um par maxilar e dois mentonianos). A maioria possui hábitos noturnos ou crepusculares. Muitas são carnívoras, no entanto, algumas se alimentam principalmente de algas (lodo), que são raspadas de folhas, pedras ou galhos submersos. A família Pimelodidae na qual se encontra o jundiá (*R. quelen*) é caracterizada por espécies que apresentam as nadadeiras dorsal e peitoral geralmente provida de espinhos pungentes e a nadadeira adiposa sempre presente (NAKATANI et al., 2001).

O jundiá está presente desde o sul do México até a Argentina central, se expandindo até o sul do Brasil. É um peixe onívoro alcançando sua maturidade sexual no primeiro ano de vida. É ovulíparo e no ambiente natural desova em águas límpidas e tranqüilas com fundo rochoso. Não realizam nenhum cuidado com os ovos ou larvas. Esta espécie apresenta dois picos reprodutivos durante o ano (primavera e verão), ocorrendo desovas múltiplas durante estes picos (SILVA et al., 2003). Os peixes da espécie *Rhamdia quelen* apresentam vários nomes comuns, variando de acordo com a região onde se encontram, podendo ser chamados de jundiá, bagre, nhurundia, mandi, mandi-guaru e bagre sapo (NAKATANI et al., 2001).

O jundiá é uma espécie de peixe nativo ainda pouco conhecida cientificamente, mas que tem atraído a atenção de produtores e pesquisadores devido a várias características favoráveis à sua inclusão na lista de peixes criados comercialmente no país. É um peixe que apresenta grande aceitação pelo mercado consumidor devido à sua carne saborosa e ausência de espinhos intramusculares (CARNEIRO; MIKOS, 2005).

Atualmente, a produção de alevinos de jundiá tem aumentado e um dos principais problemas na produção é a baixa sobrevivência ao final do estágio larval, sendo que o mercado para essa espécie é ascendente. A criação de larvas é um processo delicado tanto em espécies de peixes de água doce como salgada, pois é o período mais sensível na vida dos peixes. As dificuldades são devido, principalmente, ao pequeno tamanho inicial das larvas (alguns milímetros de comprimento) que começam a se alimentar logo após absorção do saco vitelino. Os alimentos usados, nessa fase de vida, devem conter fontes protéicas de alta digestibilidade e atratopalatabilidade, proporcionando a ingestão de um alimento equilibrado com todos os ingredientes necessários ao desenvolvimento larval (ULIANA et al., 2001). Os estudos com o jundiá vêm se intensificando no Brasil. Contudo, ainda existem alguns entraves na sua produção. Dentre estes, destacam-se a susceptibilidade dos alevinos ao protozoário conhecido como íctio (*Ichthyophthirius multifiliis*), a maturação precoce, o crescimento heterogêneo e a falta de informações sobre suas exigências nutricionais. Como característica favorável, pode-se ressaltar que o jundiá converte bem o alimento, aceita bem o manejo periódico e não cessa o crescimento durante o inverno (FRACALOSSI et al., 2004).

## 2.2 Enzima fitase

Enzimas são moléculas protéicas com atividade catalisadora que atuam em substratos específicos, como a protease, que age sobre proteína, a amilase, sobre o amido, a xilanase, sobre o xilano e a fitase sobre o fitato. Enzimas fitato-degradantes são difundidas na natureza, ocorrendo em plantas, microorganismos, bem como em alguns tecidos animais (KONIETZNY; GREINER, 2002).

A fitase ou o mio-inositol hexaquifosfato fosfohidroxilase é uma enzima pertencente ao grupo das fosfatases de histidina que hidrolisam o fitato para mio-inositol e ácido ortofosfato necessário ao processo metabólico na biosíntese celular (Martins, 2003; Storebakken et al. 1998). Existe basicamente 2 tipos de fitase, a mio-inositol hexaquifosfato 3 – fosfohidroxilase (EC 3.1.3.8) denominada 3-fitase e a mio-inositol hexaquifosfato 6 – fosfohidroxilase (EC 3.1.3.26) denominada 6-fitase (MARTINS, 2003; KIES, 1999; NYS et al., 1999).

A 6-fitase é encontrada geralmente em plantas, inicia o processo de hidrólise do fitato na posição 6 e possui apenas um pH ótimo: 5,2. Já a 3-fitase é

encontrada geralmente em bactérias, fungos e leveduras, inicia a hidrólise do fitato na posição 3, e apresenta dois pHs ótimos: 2,5 e o 5,5 com atividade de 60 e 100%, respectivamente (STOREBAKKEN et al. 1998; KIES, 1999).

A fitase comercialmente disponível Natuphos®, é uma 3-fitase (fitase microbiana) produzida por técnicas de recombinação genética pela empresa BASF S.A. Sua produção envolve a clonagem e o isolamento do DNA complementar específico (cDNA) codificado para fitase a partir do *Aspergillus niger* var. Van Tieghem e transferido (clonado) para os microorganismos de produção, neste caso para o *Aspergillus niger* (KIES, 1999).

A Allzyme Phytase™ é uma fitase derivada de um *Aspergillus niger* não modificado, produzido pela fermentação em estado sólido, pela empresa Alltech Inc. Neste tipo de fabricação, os microorganismos produtores de fitase crescem em um fermento, sendo que logo após este caldo fermentado é processado e seco para obtenção da enzima (KIES, 1999).

Recentemente a empresa Ouro Fino lançou a Fitase<sup>5000</sup> Ouro Fino® derivada da levedura *Pichia pastoris* possuindo 65% de atividade em pH 1,8, 100% em pH 5,2 (atuando desde o estômago até o intestino) e resistência a altas temperaturas. Este produto tem a finalidade de atingir dois picos de atividade no trato digestório dos animais (OURO FINO, 2005).

A atividade da fitase é expressa em unidade fitase (U) ou FTU, que é definido como a quantidade de enzima que hidrolisa 1 micromol de fitato de fósforo inorgânico por minuto proveniente de 1,5 mM de fitato de sódio em pH 5,5 à temperatura de 37°C (VIEIRA et al., 2001)

A fitase é sensível ao calor sendo que os processamentos das dietas na indústria podem causar a sua inativação. Porém, existem formas de aplicação que previnem tal fato, como a pulverização (“top-spraying”) após a peletização, utilização de fitase encapsulada e o pré-tratamento dos ingredientes, mas esta última pode elevar o custo da ração (CHO; BUREAU, 2001).

A utilização de fitase na dieta de peixes criados em baixas temperaturas ambientais (5-10°C) pode reduzir a atividade da enzima, porém o pré-tratamento da dieta ou o aumento nos níveis da enzima poderia ser uma possível alternativa a esta perda de eficácia (CHO; BUREAU, 2001; YOO et al., 2005).

A temperatura e o pH ótimo para atividade da 6-fitase Ronozyme™ produzida pela empresa Roche Vitamins Inc. a partir do *Peniphora lycii* são

respectivamente 55°C e 5,3, sendo que a taxa de atividade de hidrólise da enzima é muito mais rápida a 37°C do que a 15°C (SUGIURA et al.,2001).

Masumoto et al. (2001) avaliando o pré-tratamento do farelo de soja com fitase observaram que sua atividade é maior a um pH de 5,5 e a uma temperatura de 37°C, sendo suficiente uma dosagem de 50 mg da fitase para 100 g de farelo de soja. O autor utilizou a fitase Novo CT (Novo Nordisk, Dinamarca).

A pepsina tem uma ótima atividade com o pH ao redor de 2, e, em alguns peixes, pode ter um segundo pH ótimo ao redor de 4. Esta endopeptidase (atua somente nas ligações internas da cadeia) é importante para as espécies carnívoras como a traíra (*Hoplias malabaricus*), o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o dourado (*Salminus maxillosus*), pois inicia a digestão das proteínas por atacarem as suas ligações peptídicas, liberando peptídios e alguns aminoácidos livres. Nos peixes herbívoros, que possuem um pH estomacal bastante ácido (entre 1,0 e 2,0), como tilápias (*Oreochromis niloticus*), têm a capacidade de decompor a clorofila quebrando as paredes celulares das algas cianofíceas, possibilitando, assim, uma subsequente digestão intestinal por permitir que as enzimas entrem em contato com o conteúdo das células vegetais (ROTTA, 2003). Existe uma relação entre hábito alimentar e o pH estomacal dos peixes como, por exemplo, o bagre-de-canal (*Ictalurus punctatus*) que possui hábito onívoro/carnívoro e apresenta pH estomacal entre 2,0 a 4,0 e a carpa comum (*Cyprinus carpio*) com hábito bentófago/onívoro, e pH estomacal de 6,1 a 7,0. O baixo pH do duodeno (pela entrada do quimo) estimula a produção de secretina, um hormônio da mucosa intestinal. A secretina estimula o pâncreas a produzir o suco pancreático rico em íons bicarbonato (para neutralizar o HCl gástrico) (ROTTA, 2003; BALDISSEROTTO, 2001).

Existem várias formas de utilização da fitase na dieta de monogástricos. Entretanto, deve-se buscar um método de aplicação que propicie maior eficiência e menor custo.

### **2.3 Fitase na dieta de peixes**

A criação de peixes em tanques-rede ou "raceways" requer a utilização de rações completas, uma vez que, nesses sistemas, o alimento natural possui pequena participação na alimentação (FURUYA et al., 2001).

A farinha de pescado é o ingrediente protéico mais utilizado na formulação de dietas comerciais para peixes, especialmente para as criações de espécies

carnívoras, como o salmão (*Salmo salar*), a truta (*Oncorhynchus mykiss*) e muitas espécies marinhas. Porém, sendo finitas as fontes de alimentos de origem animal, as substituições deste ingrediente pelos de origem vegetal serão cada vez mais imprescindíveis para a aquicultura comercial (SUGIURA et al., 2001). A farinha de pescado contém altos níveis de proteína bruta com elevado valor biológico, porém a redução na oferta, a variabilidade na sua composição e o alto custo tem levado nutricionistas a procurarem fontes alternativas à demanda de rações para aquicultura (PADUA et al., 2000).

Em 2004, a produção nacional de soja totalizou 49.549.941 toneladas – uma queda de 4,56% em relação à de 2003 (51.919.440 toneladas), consequência de condições climáticas desfavoráveis no final do ano. Mesmo assim, o Brasil foi o segundo maior produtor de soja, responsável por 24% do total mundial (IBGE, 2006).

A maioria dos grãos oleaginosos e cereais contém de 1 a 2% de ácido fítico, que é utilizado como um armazenador de P na planta e considerado um fator antinutricional na alimentação animal (VIELMA et al., 2002). As plantas, para o seu desenvolvimento normal, retiram seus nutrientes minerais do solo. Na fase de maturação do grão, há uma translocação desses elementos para as sementes, e no caso do P, na forma de hexafosfato de inositol ou ácido fítico. Assim, a maior parte do P nas rações compostas de grãos de cereais encontra-se na forma de P fítico (PIZZOLANTE et al. 2002). Aproximadamente 65 – 85% do P total nas sementes oleaginosas e cereais encontram-se ligado ao ácido fítico (NRC, 1993; OVERTURF et al., 2003).

O fitato presente nas sementes é indisponível para os monogástricos, devido à ausência da enzima fitase no trato gastrintestinal, sendo necessária a suplementação das rações com P inorgânico (VAN WEERD et al. 1999; SALES et al. 2003; SAJJADI; CARTER, 2004). No trato gastrointestinal, o ácido fítico também inibe a ação de enzimas proteolíticas, tais como pepsina e tripsina. Complexos fitato-proteína/aminoácido ou fitato-mineral/proteína são de difícil digestão, reduzindo a utilização de proteínas (PIZZOLANTE et al., 2002).

Para alevinos de jundiá as exigências de proteína bruta na dieta estão entre 32,6% e 37,3%, para uma concentração de energia metabolizável de 3650 kcal/kg e 3200 kcal/kg, respectivamente (MEYER; FRACALLOSSI, 2004).

A enzima fitase se faz presente em alguns ingredientes. O trigo, a cevada, o farelo de trigo e o farelo de arroz são ricos em atividade de fitase, já o milho e o farelo de soja, entre outros, contêm pouca ou nenhuma atividade (VIEIRA et al., 2001), porém esta fitase intrínseca não tem impacto na hidrólise do ácido fítico presente na dieta dos peixes (VIELMA et al., 2004).

Poucas são as informações sobre a utilização da fitase em rações para peixes tropicais. A adição dessa enzima, em rações elaboradas com ingredientes de origem vegetal, pode permitir um aumento na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, uma melhora no desempenho e uma redução na excreção de N e P no meio ambiente (FURUYA et al., 2001).

#### **2.4 Experimentos com uso de fitase**

O efeito da inclusão de 0, 500, 1500 e 3000 FTU/kg de dieta (Natuphos 5000 G, BASF), foi testado por Furuya et al. (2001), na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), concluindo que a utilização de ração com 700 FTU/kg foi adequada para o desempenho produtivo, aumentando a digestibilidade da proteína e a disponibilidade de Ca e P na fase inicial de vida. No entanto, Gonçalves et al. (2004) observaram que a suplementação de até 2.000 FTU/kg (Natuphos 5000 G, BASF) não foi suficiente para melhorar a digestibilidade da matéria seca, da proteína e da energia do milho extrusado, do farelo de trigo, do sorgo baixo tanino, da soja extrusada e do farelo de algodão para tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

Portz e Liebert (2003) utilizando níveis crescentes de fitase, 0 a 4000 FTU/kg dieta (fitase SP 1002 CT, Roche Vitamins Inc.), para juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) observaram que a adição de fitase aumentou o ganho de peso, a taxa de crescimento específico, o fator de condição corporal e a taxa de eficiência protéica até o nível de 2000 FTU/kg dieta.

A suplementação de fitase (Natuphos 10000 G, BASF) em dietas a base de farelo de canola para salmão do atlântico (*Salmo salar* L.) incrementou a biodisponibilidade de P, reduzindo a necessidade de suplementação com P inorgânico. Porém a dose de 2000 FTU/kg não interferiu no ganho de peso e no consumo alimentar (SAJJADI; CARTER, 2004).

A inclusão de 500 FTU/kg (Natuphos 5000 G, BASF) aumentou a digestibilidade de P, Ca, Mg, Mn e energia total, reduzindo ou eliminando a necessidade de suplementação mineral em dietas a base de ingredientes de origem

vegetal para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (CHENG; HARDY, 2002). A dosagem ótima de fitase (Natuphos 5000 I, BASF) utilizada para disponibilizar o P e outros minerais no grão de soja extrusado foi de aproximadamente 400 FTU/kg para truta arco-íris (*O. mykiss*) (CHENG; HARDY, 2003). No entanto, para mesma espécie, a suplementação de fitase (Natuphos, BASF) não afetou o ganho de peso, a porcentagem de cinzas, a retenção de fósforo nos ossos e a composição corporal. Segundo os autores este efeito pode ser devido à qualidade da proteína e aos níveis utilizados na dieta (VIELMA et al., 2000). Sugiura et al. (2001) observaram um aumento na absorção de P em truta arco-íris (*O. mykiss*) de 26% (dieta sem adição de fitase) para 90,1% utilizando uma dieta com 4000 FTU/kg (RONOZYME™ 5000 U/g, Roche Vitamins Inc.), já na dieta com farelo de soja pré-tratado com 200 FTU/kg aumentou para 93%. Os autores observaram também redução acentuada na excreção de P total.

Segundo Vielma et al. (2002) o pré-tratamento do farelo de soja com fitase (Natuphos, BASF) incrementa consideravelmente a utilização de P pela truta arco-íris (*O. mykiss*) reduzindo a descarga deste mineral na água e aumentando a deposição de Ca, Mg e Zn.

Para alevinos de *Pangasius pangasius* 500 FTU/kg (Natuphos 5000 G, BASF) de dieta melhorou a digestibilidade protéica, a conversão alimentar, o ganho de peso, a utilização protéica aparente e a retenção de energia (DEBNATH et al., 2005).

## **2.5 Importância do fósforo e seu potencial poluidor**

Os peixes, diferentemente dos animais terrestres, absorvem alguns minerais não somente da dieta, mas também do ambiente aquático externo.

O cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o sódio (Na), o potássio (K), o ferro (Fe), o zinco (Zn), o cobre (Cu) e o selênio (Se) são geralmente absorvidos da água, satisfazendo parte das exigências nutricionais dos peixes. O fósforo (P) e os sulfatos, todavia, são mais eficientemente obtidos através de fontes alimentares (NRC, 1993).

Os fosfatos devem ser suplementados na dieta, pois além da sua reduzida concentração na água, a eficiência da utilização pelos peixes é baixa.

Segundo o NRC (1993) as exigências de P (% na dieta) para tilápias (*Oreochromis niloticus*) e o catfish (*Ictalurus punctatus*) são de 0,5 e 0,45, respectivamente.

Segundo Miranda et al. (2000) se faz necessário um fornecimento mínimo de 0,25% de P disponível e uma relação Ca/P disponível de 1,0: 1,0 e 1,0: 1,5 na dieta de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) para uma mineralização óssea satisfatória e um bom desempenho produtivo. Apesar das exigências do P serem baseadas em estudos com peixes pequenos, com peso inicial de 1,8 g a 6 g, as dietas comerciais para catfish (*I. punctatus*) se fundamentam no NRC (1993), podendo estar com excesso deste mineral para peixes adultos, já que, para aves e suínos as exigências de P decrescem com o aumento da idade e do tamanho (EYA; LOVELL, 1997).

Os sintomas de deficiência de P em tilápias (*O. niloticus*) incluem redução no crescimento, piora na conversão alimentar, retenção de macrominerais nos ossos e aumento da deposição de gordura visceral. Além disso, é comum a ocorrência de escoliose, assim como de deformidades externas, principalmente na região anterior (FURUYA, 2001).

Os mesmos minerais exigidos para o metabolismo e a estrutura óssea de outros animais são aparentemente exigidos para o catfish (*I. punctatus*), o qual também exige minerais para o balanço osmótico entre os fluidos corporais e o ambiente (ROBINSON; LI, 1996)

Apesar de sua importância, poucos minerais têm suas exigências determinadas para peixes. Isso ocorre, principalmente, devido a complexidade para sua determinação, uma vez que há presença destes minerais dissolvidos na água. Por exemplo, as exigências de Ca na dieta só podem ser demonstradas no catfish (*I. punctatus*) mantido em água livre deste mineral (LI et al., 1996).

Dietas elaboradas com base na proteína da farinha de peixe geralmente não necessitam da suplementação de fonte inorgânica de Ca e P, porém existe uma preocupação mundial com o P consumido e que não é utilizado pelos animais, pois é um dos minerais mais poluentes (FURUYA, 2001).

A maior parte do P nas plantas encontra-se combinado com o inositol, formando a molécula do ácido fítico ou hexa-fosfato de mioinositol, com grande potencial quelatizador (CHENG; HARDY, 2002; DEBNATH et al., 2005; VIELMA et al., 2004). Tal substância forma uma ampla variedade de sais insolúveis, reduzindo a solubilidade e a digestibilidade de outros minerais catiônicos, como o Ca, o Fe, o

Zn, o Cu, o Mg, dentre outros tornando-os indisponíveis para monogástricos (BORRMANN et al., 2001).

O P é um importante constituinte de ácidos nucleicos e das membranas celulares, sendo utilizado por todas as espécies, estando diretamente envolvido em todas as reações celulares energéticas.

A utilização de fitase poderia resultar em uma economia das fontes inorgânicas de P, aspecto interessante ao se considerar que esse elemento é um mineral não-renovável na natureza e, segundo projeções, as fontes inorgânicas do mesmo esgotar-se-iam em menos de 100 anos, se continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária (VIEIRA et al., 2001).

Atualmente, a produção de alimentos através da aquicultura vem gerando profunda atenção da sociedade, levando ao desenvolvimento de pesquisas sobre a qualidade sanitária do alimento, o sistema de produção utilizado e o impacto causado no ambiente.

O desperdício de P causa grande preocupação na aquicultura de água doce, como este mineral, geralmente, é o fator mais limitante para crescimento de algas neste ambiente, seu excesso pode estimular a eutrofização (OVERTURF et al., 2003).

Os efluentes de lagoas de aquicultura são tipicamente ricos em sólidos orgânicos suspensos como o carbono, o nitrogênio e o fósforo (BIÃO et al., 2004). Estes podem contribuir significativamente para elevação da carga de nutrientes em ambientes litorâneos. Os efeitos podem resultar em formação de sedimentos anóxicos, mudanças nas comunidades bentônicas e a eutrofização de águas litorâneas (KAUTSKY et al., 2000). Esta liberação de P no meio ambiente em grandes quantidades pode estimular a eutrofização, que é o excessivo crescimento de algas e fitoplâncton em lagoas, reduzindo o oxigênio dissolvido e causando a poluição da água (OLIVA - TELES et al., 1998). Sendo assim, a redução na quantidade de nutrientes descarregados no meio ambiente tem grande importância para aquicultura intensiva (CHENG; HARDY, 2002).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Instalações

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, no período de 21 de fevereiro a 04 de abril de 2005. Foram realizados dois experimentos compreendendo 45 dias cada um.

As unidades experimentais foram constituídas de 16 aquários de vidro, para cada experimento, preenchidos com água até o nível de 30 L. Em cada aquário foi alocada uma pedra porosa acoplada a um soprador central para manutenção do oxigênio dissolvido, conforme Fig. 1. A água utilizada durante todo período experimental foi provinda de poço artesiano.



Figura 1 - Aquários utilizados para realização dos experimentos.

### 3.2 Animais

Os foram obtidos através de reprodução induzida, realizada no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Pelotas, localizado na Barragem do Chasqueiro, no município de Arroio Grande - RS. Foram transportados até o Laboratório do Departamento de Zootecnia e mantidos durante duas semanas para adaptação ao novo ambiente. Após este período os animais foram selecionados por peso, formando um grupo homogêneo de peixes, para posterior distribuição de forma aleatória às unidades experimentais.

No experimento I foram utilizados 208 alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) com peso vivo inicial médio de  $2,92 \pm 0,59$  g, totalizando 13 animais por unidade experimental. Já no experimento II foram utilizados 112 juvenis de jundiá (*R. quelen*) com peso vivo inicial médio de  $12,58 \pm 1,80$  g, distribuídos na mesma forma que no experimento anterior, porém com 7 peixes por unidade experimental.

### 3.3 Preparação das dietas experimentais

As dietas experimentais foram isoenergéticas (3200kcal ED/kg de ração) e isoprotéicas (35% PB), utilizando-se somente ingredientes de origem vegetal, tendo como base protéica o farelo de soja associado à levedura de cana (Tabela 1).

O farelo de soja, o milho e o farelo de trigo foram previamente moídos, em moinho elétrico, até diâmetro igual ou inferior a 0,5mm e reservados para a elaboração das dietas experimentais. Após este processo, os ingredientes foram misturados (exceto a fitase) conforme fórmula calculada e divididos em quatro partes iguais de 5kg. A fitase foi dissolvida em água morna (42°C) na proporção de 30% do peso seco da dieta (FURUYA et al., 2001) e pulverizada sobre as dietas nos níveis de 0, 500, 1000 e 1500 FTU/kg de dieta.

A fitase utilizada no experimento foi da marca comercial Natuphos® 5000 G, fornecida pela BASF S.A., obtida pela fermentação por meio de fungos do grupo *Aspergillus niger* que contém, conforme o fabricante, atividade inicial mínima de 5000 FTU/g.

Após a aplicação da fitase as dietas foram homogeneizadas separadamente em misturador em “y”, peletizadas em “moinho de carne” e secas a 50° C durante 18 horas em estufa com circulação de ar.

Após secagem as dietas foram trituradas em moinho, peneiradas para obtenção de partículas com diâmetro entre 2,38 e 1,00mm, embaladas em pequenas

porções e armazenadas sob refrigeração (4°C) com sete dias de antecedência ao início dos experimentos.

As dietas foram analisadas para verificação da composição bromatológica (através do método de Weende) e atividade enzimática (Tab. 1).

Tabela 1 – Composição das dietas testadas no experimento.

Ingredientes (%)	Fitase (FTU/kg de dieta)			
	0	500	1000	1500
Farelo de soja	36,00	36,00	36,00	36,00
Levedura de cana	36,00	36,00	36,00	36,00
Milho triturado	9,00	8,99	8,98	8,97
Óleo de soja	7,00	7,00	7,00	7,00
Farelo de trigo	6,00	6,00	6,00	6,00
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal comum iodado	1,00	1,00	1,00	1,00
Natuphos® 5000 G	0,00	0,01	0,02	0,03
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Bromatológica <sup>2</sup>				
Matéria seca (%)	87,98	86,91	86,03	91,04
Extrato etéreo (%)	10,85	10,71	9,43	10,06
Cinzas (%)	6,50	6,29	6,31	6,53
Proteína bruta (%)	37,01	36,55	36,75	36,89
Energia Digestível (calculada) (kcal/kg)	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Atividade enzimática da fitase <sup>3</sup>	0,00	420,00	1147,00	1522,00

<sup>1</sup> Composição do premix vitamínico e mineral (por kg): Vitamina A: 160.000 UI; Vitamina D<sub>3</sub>: 50.000 UI; Vitamina E: 3.000 mg; Vitamina C: 5.000 mg; Vitamina K<sub>3</sub>: 200 mg; Riboflavina: 400 mg; Ácido Pantotênico: 1.000 mg; Niacina: 2.000 mg; Vitamina B<sub>12</sub>: 6.000 mcg; Ácido Fólico: 120 mg; Tiamina: 400 mg; Piridoxina: 300 mg; Cobre: 12.001 mg; Ferro: 1.200 mg; Manganês: 300 mg; Iodo: 10.000 mg; Selênio: 2.000 mg; Zinco: 1.000 mg; Cálcio: 6 g; Cobalto: 2.000; Colina 85 g; Fósforo: 2 g; Lisina 30 g; Magnésio: 1 g; Sódio: 2,5 g; Treonina: 25 g;

<sup>2</sup> Análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Pelotas – RS;

<sup>3</sup> Atividade enzimática em (FTU/kg dieta) realizada no Laboratório de Análises Químicas da BASF SA – Guaratinguetá –SP.

### 3.4 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com os seguintes tratamentos:

- Tratamento 1 – 0 FTU/kg de dieta
- Tratamento 2 – 500 FTU/kg de dieta
- Tratamento 3 – 1000 FTU/kg de dieta
- Tratamento 4 – 1500 FTU/kg de dieta

Os tratamentos foram distribuídos às unidades experimentais de maneira aleatória, onde cada tratamento teve quatro repetições. O modelo estatístico utilizado pode ser descrito pela equação:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}, \quad (i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4)$$

Em que:

$Y_{ij}$  = observação da j-ésima unidade experimental do tratamento i;

$\mu$  = constante comum a todas as observações (média geral);

$t_i$  = efeito do tratamento i;

$E_{ij}$  = erro casual associado com a observação j do tratamento i.

Os erros foram considerados independentes e normalmente distribuídos, com um valor médio esperado de 0 (zero) e variância  $\delta^2$  homogênea para todas as populações (grupos de tratamentos).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, utilizando-se o programa Statistica (1998). A análise de variância para o modelo é apresentada na Tab. 2.

Tabela 2 - Análise de variância para o modelo estatístico utilizado.

Fontes de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	t-1
Erro experimental	t(r-1)
Total	tr-1

### 3.5 Manejo

A alimentação foi ministrada duas vezes ao dia (9 e 17h), na proporção de 10% da biomassa total. A salinidade da água foi aumentada adicionando-se 2% de sal grosso comum por litro de água, durante todo o experimento, para manutenção do equilíbrio osmótico.

Diariamente, no período da manhã, eram efetuadas limpezas dos aquários, através de sifão, para retirada de fezes, restos de alimento e troca de água (cerca de 30% do volume de água contida no aquário), onde se verificava também os parâmetros limnológicos da água: oxigênio dissolvido e temperatura, através de oxímetro (YSI-55), pH através do phmetro (F-1002, Bernauer Aqüicultura) e condutividade através do condutivímetro (F-1000, Bernauer Aqüicultura).

A cada 15 dias os animais eram submetidos a uma biometria individual (após jejum de 24 horas), que consistia na pesagem utilizando uma balança digital com precisão de 0,1 g, medição do comprimento padrão e total com uma régua milimetrada. Para facilitar o manejo os animais eram anestesiados com benzocaína (0,6%).

Avaliou-se a influência da fitase nos seguintes parâmetros: peso final, ganho de peso médio, comprimento padrão, sobrevivência, taxa de crescimento específico, fator de condição corporal e rendimento de carcaça. Para os cálculos destes parâmetros foram utilizadas as seguintes equações:

- Ganho de peso médio (GP)

$GP = \text{peso inicial} - \text{peso final}$

- Comprimento padrão (CP)

CP (cm) = medido da extremidade anterior da cabeça até a inserção da nadadeira caudal.

- Sobrevivência (SOB)

$SOB (\%) = (\text{número inicial de peixes} - \text{número de peixes mortos} / \text{número inicial de peixes}) \times 100$

- Fator de condição (FC)

$FC = \text{peso} / \text{comprimento total}^3$

Comprimento total = medido da extremidade anterior da cabeça até o extremo da nadadeira caudal.

- Rendimento de carcaça (RC)

RC (%) = (peso peixe eviscerado/peso peixe inteiro) X 100

- Taxa de crescimento específico (TCE)

TCE (%) = [(ln peso final - ln peso inicial) / dias experimento] X 100

Ao final da última pesagem, 10 peixes por tratamento no experimento I (alevinos) e 20 no experimento II (juvenis) foram anestesiados com benzocaína (0,6%), sacrificados e eviscerados para determinação do rendimento de carcaça. Após este processo, foram congelados a - 20°C para futura determinação da composição química da carcaça e análise de retenção de minerais.

### **3.6 Análises da composição corporal**

Avaliou-se o efeito da fitase sobre a composição corporal dos peixes: proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e umidade da carcaça.

A determinação da composição corporal foi realizada utilizando-se 5 animais por tratamento (carcaças sem cabeça nos juvenis e com cabeça para os alevinos) sendo executada da seguinte forma: a umidade através da secagem em estufa a 105°C até peso constante. Após esse período, foram moídos, e alíquotas dessas amostras destinaram-se às análises de extrato etéreo (extrator de Soxhlet), proteína bruta (N x 6,25) pelo método Microkjeldahl, e cinzas (mufla a 550°C por 6 horas) de acordo com Silva et al. 2004. Todas as análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Para a análise de retenção de minerais nos ossos foi utilizada coluna vertebral de três peixes (carcaças) de cada tratamento, os quais foram mantidos em água aquecida (80°C) durante dois minutos e, em seguida, foram dissecados com pinça (FURUYA et al., 2001). Após a secagem em estufa, os ossos foram colocados no extrator de gordura (imersos em éter de petróleo - extrator de Soxhlet) por 6 horas. Em seguida foram levados à mufla a 550°C até obtenção das cinzas. A partir

das cinzas foram preparadas soluções minerais de P e Ca (dissolução em ácido clorídrico) para determinação de sua concentração (SILVA et al., 2004). A determinação da concentração de P e Ca nas soluções minerais foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, através de espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO et al., 1995).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros limnológicos

Os parâmetros físicos e químicos da água não apresentaram variações significativas entre os tratamentos, mantendo-se dentro dos limites de conformidade da espécie. Os valores mínimos, máximos e médios são apresentados na Tab. 3.

Tabela 3 - Parâmetros limnológicos da água das unidades experimentais observadas durante os experimentos I e II

Parâmetros	Experimento I (alevinos)			Experimento II (juvenis)		
	mínimo	máximo	média	mínimo	máximo	média
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,93	6,28	5,38	5,38	5,91	5,65
Temperatura (°C)	22,11	24,78	23,75	22,96	23,75	23,18
pH	8,10	8,68	8,36	8,36	8,46	8,42
Condutividade (µS/ms)	11,66	14,07	13,37	12,62	13,56	12,96

O jundiá resiste bem a oscilações de temperatura e a baixos níveis de oxigênio, sendo que o seu conforto térmico está entre 18 e 28°C, e o ideal de oxigênio dissolvido na água está entre 5 e 8mg/L, o que corrobora com os dados obtidos no experimento (CARDOZO, 2000).

Piedras et al. (2004) avaliando o crescimento de juvenis de jundiá de acordo com a temperatura da água concluíram que estes apresentam melhor desempenho à temperatura de 23,7°C.

Em relação ao pH, a espécie suporta variações entre 4,0 e 9,0, sendo o ideal em torno de 7,4 (PIEDRAS, 1990). De acordo com Baldisserotto (2002), experimentos de crescimento de larvas de jundiá em pHs de 5,5 a 8,5 demonstraram que a faixa de pH entre 8,0 e 8,5 é a que proporciona melhor sobrevivência e crescimento.

## 4.2 Desempenho produtivo

### 4.2.1 Desempenho produtivo dos alevinos de jundiá

Na Tab. 4 encontram-se os valores médios de desempenho produtivo dos alevinos de jundiá, em função dos níveis de fitase na dieta (FTU/kg).

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de inclusão de fitase nas dietas sobre nenhuma das variáveis de desempenho produtivo quando submetidos à análise de variância.

Entretanto, quando submetidos à análise de regressão polinomial a taxa de crescimento específico e o ganho de peso médio dos alevinos de jundiá demonstraram efeito linear ( $P < 0,05$ ) sendo apresentado na Fig. 2 e 3.

Tabela 4 - Desempenho produtivo de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com níveis crescentes de fitase na dieta durante 45 dias, médias, desvio padrão e nível de significância (p).

Variáveis	Fitase (FTU/kg de dieta)				p
	0	500	1000	1500	
Peso inicial (g)	2,93 ± 0,56	2,92 ± 0,61	3,03 ± 0,66	2,81 ± 0,53	-
Peso final (g)	4,17 ± 1,19	4,45 ± 1,50	4,58 ± 1,60	4,55 ± 1,25	0,4360
GP (g)*	1,24 ± 0,27	1,51 ± 0,13	1,54 ± 0,48	1,73 ± 0,23	0,2129
CPI (cm)	5,94 ± 0,42	5,93 ± 0,48	5,99 ± 0,45	5,83 ± 0,42	-
CPf (cm)	6,46 ± 0,64	6,52 ± 0,72	6,58 ± 0,76	6,64 ± 0,65	0,6104
SOB (%)	100	100	100	100	-
TCE (%)*	0,78 ± 0,12	0,92 ± 0,06	0,89 ± 0,19	1,07 ± 0,11	0,0690
FC	0,76 ± 0,04	0,78 ± 0,12	0,77 ± 0,04	0,78 ± 0,04	0,6135
RC (%)	87,71 ± 2,76	88,23 ± 1,87	87,53 ± 2,70	89,52 ± 2,32	0,3169

Ganho peso (GP), comprimento padrão inicial (CPI), comprimento padrão final (CPf), sobrevivência (SOB), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC) e rendimento de carcaça (RC);

\*Efeito Linear ( $P < 0,05$ ): ganho de peso ( $Y = 1,1329 + 0,1511X$ ;  $r^2 = 0,27$ ), TCE ( $Y = 0,07102 + 0,083X$ ;  $r^2 = 0,35$ ).

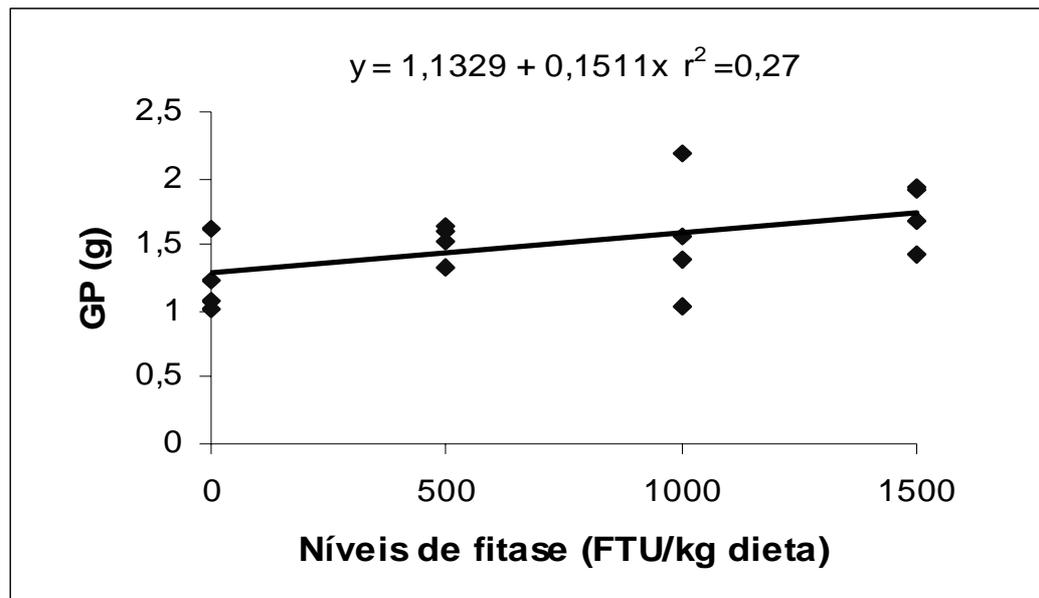


Figura 2 - Ganho de peso dos alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.

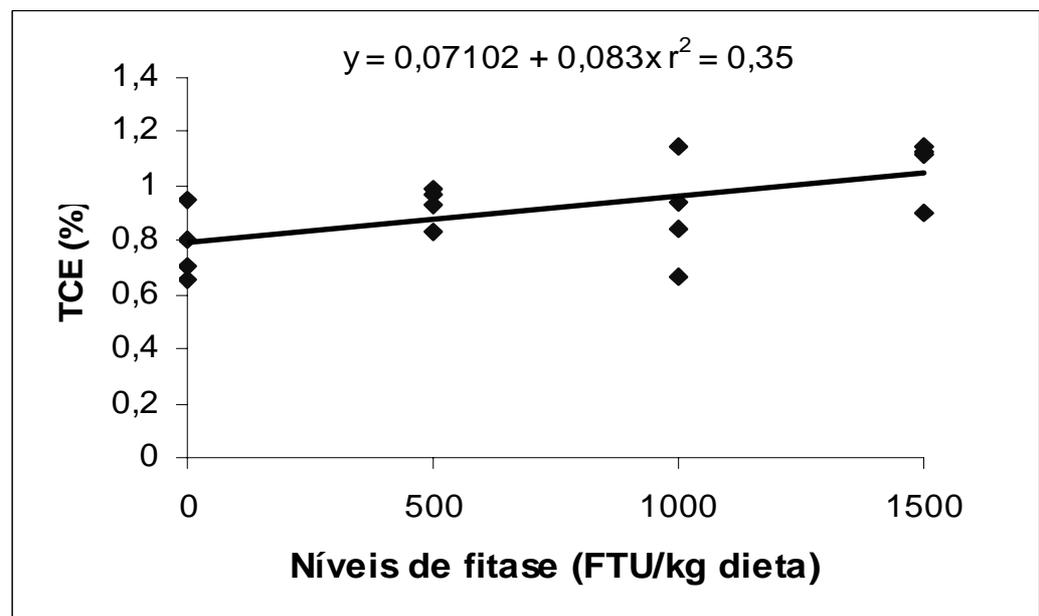


Figura 3 - Taxa de crescimento específico dos alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.

O aumento linear no ganho de peso e na TCE com o aumento da inclusão de fitase na dieta dos alevinos de jundiá está relacionado com os efeitos positivos da fitase sobre a digestibilidade protéica, favorecendo a absorção de aminoácidos a nível intestinal, o que também foi observado por Portz e Liebert (2004) para juvenis

de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) até o nível de 2000 FTU/kg dieta. Os autores observaram um aumento na taxa de crescimento específico, no fator de condição e na taxa de eficiência protéica. No entanto, para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), Furuya et al. (2001), observaram um melhor ganho de peso com níveis estimados de 890 FTU/kg. Os resultados do presente experimento diferem dos observado por Hugues e Soares (1998) que avaliaram a suplementação de diferentes níveis de fitase (0, 800, 1300 e 2400 FTU/kg dieta) e fósforo inorgânico ( $K_2PO_4$ ) para o striped bass (*Morone saxatilis*) não encontrando diferença estatística para o ganho de peso entre os tratamentos.

As taxas de crescimento específico (TCE) encontradas no presente experimento diferem dos resultados obtidos por Coldebella e Radünz Neto (2002). Estes autores utilizaram dieta a base de levedura e farelo de soja para alevinos de jundiá com peso inicial médio de 4 g, obtendo TCE de 2,98% ao dia. Os autores utilizaram uma baixa densidade de peixes por unidade experimental (20 alevinos/280 L de água) o que possivelmente tenha levado a um bom desempenho. Meyer e Fracalossi (2004) avaliando diferentes níveis de energia e proteína para alevinos de jundiá obtiveram uma taxa de crescimento específico de 2,60% ao dia, concluindo que, possivelmente, a alta densidade tenha limitado o crescimento dos peixes.

A suplementação de fitase na dieta no presente experimento não interferiu na taxa de sobrevivência dos alevinos de jundiá, o que também foi observado por Furuya et al. (2001) para tilápia do Nilo (*O. niloticus*) e Vielma et al. (2000) para truta arco-íris (*O. mykiss*).

Não houve diferença significativa entre os valores de rendimento de carcaça entre tratamentos, os quais foram iguais ou superiores a 87%. Estes valores são superiores aos observados por Lopes et al. (2005), que avaliando os efeitos da adição de aflotoxinas em dietas a base farinha de carne e osso, farelo de soja e milho, para alevinos de jundiá, observaram rendimento máximo de 82%, inclusive na dieta sem a toxina.

#### **4.2.2 Desempenho produtivo dos juvenis de jundiá**

Após submeter os dados à análise de variância e análise de regressão polinomial não se observou efeito significativo ( $P \geq 0,05$ ) dos diferentes níveis de

inclusão da enzima nas dietas sobre nenhuma das variáveis de desempenho produtivo (Tab. 5).

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Vielma et al. (2000), que avaliaram o efeito da suplementação de 1200 FTU/kg na dieta à base de concentrado protéico de soja para truta arco-íris (*O. mykiss*), e não encontraram diferenças significativas para ganho de peso e taxa de crescimento específico. Resultados semelhantes também foram encontrados por Oliva - Teles et al. (1998) que avaliaram a utilização de dois níveis de fitase 1000 e 2000 FTU/kg para juvenis de seabass (*Dicentrarchus labrax*) verificando, que, apesar de aumentar a digestibilidade do fósforo em 71,5% e 79,8%, a taxa de crescimento específico (TCE) e a conversão alimentar não diferiram estatisticamente do tratamento sem fitase. Os resultados do presente experimento concordam também com Yoo et al. (2005), onde a suplementação de 1000 ou 2000 FTU/kg de dieta para juvenis de Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) não melhoraram o ganho de peso e a taxa de crescimento específico.

Tabela 5 - Desempenho produtivo de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com níveis crescentes de fitase na dieta durante 45 dias, médias, desvio padrão e nível de significância (p).

Variáveis	Fitase (FTU/kg de dieta)				p
	0	500	1000	1500	
Peso inicial (g)	12,62 ± 1,82	12,63 ± 1,99	12,56 ± 1,78	12,52 ± 1,63	-
Peso final (g)	15,62 ± 3,19	15,88 ± 3,68	16,76 ± 4,63	16,63 ± 4,12	0,6402
GP (g)	2,99 ± 1,18	3,25 ± 1,11	4,19 ± 1,65	4,10 ± 1,57	0,5472
Cpi (cm)	9,20 ± 0,45	9,26 ± 0,50	9,15 ± 0,43	9,25 ± 0,50	-
CPf (cm)	9,73 ± 0,69	9,74 ± 0,69	9,85 ± 0,81	9,93 ± 0,88	0,7403
SOB (%)	100	100	100	100	-
TCE (%)	0,49 ± 0,18	0,52 ± 0,16	0,66 ± 0,22	0,66 ± 0,21	0,5391
FC	0,83 ± 0,04	0,83 ± 0,05	0,85 ± 0,05	0,85 ± 0,11	0,6129
RC (%)	92,87 ± 1,55	92,62 ± 1,14	92,39 ± 1,70	93,35 ± 1,48	0,2136

Ganho de peso (GP), comprimento padrão inicial (CPI), comprimento padrão final (CPf), sobrevivência (SOB), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC) e rendimento de carcaça (RC).

Para o Salmão do atlântico (*Salmo salar* L.), Sajjadi e Carter (2004) não encontraram diferença significativa para peso final e ganho de peso entre os tratamentos com ou sem 2000 FTU/kg na dieta. Os autores atribuíram tal efeito a utilização de farinha de peixe em parte da dieta.

Entretanto, a digestibilidade da proteína e a concentração do ácido fítico dos alimentos são os dois fatores que determinam a magnitude deste efeito (TEJEDOR et al., 2001). Segundo Gonçalves et al. (2004), a eficiência da enzima fitase em melhorar a digestibilidade dos nutrientes, e ainda, sua ação como resultado dos níveis empregados está relacionada ao valor biológico desses alimentos, a natureza e a quantidade de ácido fítico que estes possam conter.

Para frangos de corte, por exemplo, a adição da enzima fitase em dietas à base de milho e farelo de soja melhorou os coeficientes de digestibilidade médio da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, energia digestível ileal aparente e também a digestibilidade do cálcio e fósforo (TEJEDOR et al., 2001).

Para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a suplementação da dieta com 500 UFA/kg, aumentou a digestibilidade da proteína de 88,83% para 92,59% (Furuya et al., 2001). No entanto, em outro experimento com a mesma espécie, a suplementação de até 2.000 FTU/kg não foi suficiente para melhorar a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia do milho extrusado, do farelo de trigo, do sorgo baixo tanino, da soja extrusada e do farelo de algodão (GONÇALVES et al., 2004).

Aparentemente, de acordo com a origem dos ingredientes utilizados nas dietas (quantidade de ácido fítico) e com os níveis de fitase empregados, os efeitos da enzima sobre a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais manifestam-se com maior ou menor intensidade. Segundo Ravindram (1999), a quantidade de ácido fítico em vegetais é dependente do estágio de maturação, grau de processamento, tipo de cultivar, solo e fatores climáticos.

Outro fator a ser considerado é que, possivelmente, os níveis de fósforo disponível intrínseco aos ingredientes e ao premix mineral utilizado nas dietas experimentais podem ter garantido as exigências do mineral para esta fase de crescimento de juvenis de jundiá. No experimento realizado por Furuya et al. (2001) atribuiu-se o aumento no ganho de peso, no rendimento de carcaça e na retenção de minerais nos ossos aos efeitos positivos da fitase sobre a digestibilidade da

proteína e disponibilidade dos minerais (Ca e P) para tilápia do Nilo (*O. niloticus*). Entretanto, foram utilizadas dietas sem suplementação de P inorgânico.

Segundo Cheng e Hardy (2002) o uso da fitase em dietas a base de ingredientes de origem vegetal para truta arco-íris (*O. mykiss*) pode reduzir ou substituir totalmente a suplementação de P e outros minerais como Ca, Mg e Mn. De acordo com Sajjadi e Carter (2004), a digestibilidade aparente do P e a mineralização dos ossos são os critérios mais sensíveis para avaliar a influência da fitase na utilização do P no salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.). Eya e Lovell (1997) avaliando diferentes níveis de P disponível (0,20% – 0,60%) para o catfish de canal (*I. punctatus*) com peso de 61 g não observou diferença significativa do incremento de P na dieta sobre o ganho de peso e a conversão alimentar, recomendando a utilização de 0,20% para o crescimento desta espécie em tanques. No entanto, para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), Miranda et al. (2000) observaram diferença no ganho de peso pela suplementação de P mantendo a relação Ca e P 1,0:1,0, aqueles tratamentos cujas dietas foram suplementadas com esses minerais tiveram ganho de peso médio duas vezes e meio superior.

O comprimento padrão (CP) dos juvenis de jundiá teve um aumento numérico à medida que aumentou os níveis de fitase na dieta, semelhante ao ganho de peso, não demonstrando diferença estatística ( $P > 0,05$ ). A variável sobrevivência também não foi afetada pelos níveis de fitase na dieta, concordando com os resultados obtidos por Sajjadi e Carter (2004) que avaliaram os efeitos da fitase na dieta do salmão do Atlântico (*S. salar*, L) sobre o consumo de dieta, ganho de peso e atividade da tripsina observando 100% de sobrevivência em todos os tratamentos.

Os rendimentos médios de carcaça obtidos no presente experimento apesar de não apresentarem diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) foram superiores aos observados por Melo et al. (2002), quando avaliaram diferentes fontes lipídicas para juvenis de jundiá com peso médio de 21,58 g, os quais obtiveram rendimento médio de 82,42%. Foram também superiores aos obtidos por Lazzari et al. (2006) que avaliando diferentes fontes protéicas para juvenis de jundiá obtiveram rendimento máximo de 81,9 %.

### 4.3 Composição corporal e retenção de minerais nos ossos

#### 4.3.1 Composição química da carcaça dos alevinos

Os resultados das análises bromatológicas das carcaças dos alevinos de jundiá foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, sendo apresentados na Tab. 6.

Tabela 6 - Composição química das carcaças de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas de desvio padrão e nível de significância (p).

Variáveis (%)	Fitase (FTU/kg de dieta)				p
	0	500	1000	1500	
Proteína bruta	68,58 ± 0,08	73,23 ± 1,26	71,34 ± 2,58	72,03 ± 0,21	0,023116
Extrato etéreo*	13,54 ± 0,02	11,80 ± 0,10	12,32 ± 0,26	10,59 ± 0,10	0,000000
Cinzas carcaça	14,57 ± 0,57	14,34 ± 0,07	15,38 ± 0,10	14,71 ± 0,29	0,023679
Umidade	78,74 ± 0,84	80,40 ± 0,43	78,41 ± 0,89	79,57 ± 0,37	0,028193
Cinzas ossos*	40,27 ± 0,10	41,24 ± 0,35	39,12 ± 0,05	38,01 ± 0,14	0,000000

Médias obtidas a partir de 3 amostras (n = 3);

\*Efeito Linear ( $p \leq 0,05$ ): extrato etéreo ( $Y = 14,1544 - 0,8353X$ ;  $r^2 = 0,76$ ), cinzas ossos ( $Y = 41,88514 - 0,88857X$ ;  $r^2 = 0,66$ ).

Quando submetidas à análise de variância (Anova) todas as variáveis de composição de carcaça dos alevinos de jundiá apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de significância.

Entretanto, quando a submetidas à regressão polinomial as variáveis proteína bruta, cinzas e umidade na carcaça não demonstraram diferença estatística ( $P > 0,05$ ). Estes resultados concordam com Vielma et al. (2000) que não observaram efeito significativo sobre as cinzas corporais, proteína e umidade com a adição de 1000 FTU/kg na dieta a base de farelo de soja para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Concordam também com os resultados obtidos por Forster et al. (1999), que avaliando a adição de diferentes níveis de fitase para truta arco-íris (*O. mykiss*) (0, 500, 1500 e 4500 FTU/kg) em uma dieta a base de farelo de canola não observaram diferença quanto à umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo corporal.

Valores semelhantes foram encontrados por Melo et al. (2002) com relação à umidade (76,78%), proteína bruta (62,14%), extrato etéreo (10,89%) e cinzas (13,73%) da carcaça de alevinos de jundiá alimentados com diferentes fontes lipídicas.

Os resultados da análise de regressão demonstraram que houve um decréscimo linear no extrato etéreo depositado na carcaça e na percentagem de cinzas nos ossos da medula à medida que aumentou os níveis de fitase na dieta (Fig. 4 e 5). Este resultado se assemelha ao obtido por Eya e Lovell (1997) que avaliaram diferentes níveis de P disponível para o catfish de canal (*I. punctatus*), onde à medida que aumentava os níveis de fósforo disponível na dieta, diminuía a deposição da gordura visceral e a gordura muscular. Por outro lado, para Vielma et al (2000), a adição de 1000 FTU/kg de dieta não afetou o extrato etéreo corporal de trutas arco-íris (*O. mykiss*).

Possivelmente o estágio de desenvolvimento dos alevinos, no presente estudo, não possibilite a deposição de gordura na carcaça, já que as reservas de energia são gastas com a formação de tecidos estruturais.

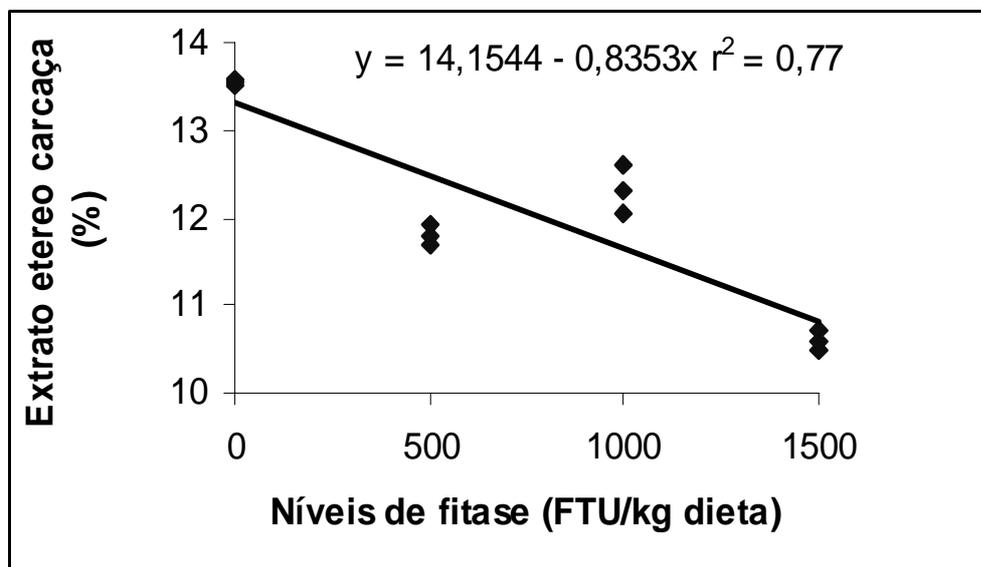


Figura 4 - Percentagem de extrato etéreo na carcaça dos alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.

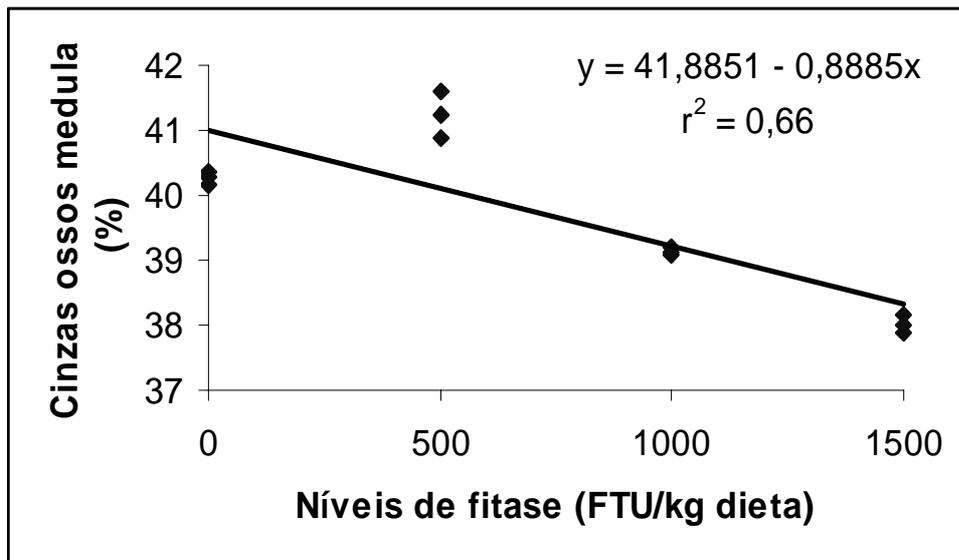


Figura 5 - Percentagem de cinzas nos ossos da medula vertebral de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.

Quanto à percentagem de cinzas nos ossos da medula vertebral, observa-se um declínio na medida em que se aumentam os níveis de fitase na dieta. Esses resultados diferem daqueles obtidos por Vielma et al. (2000), que não encontraram diferença estatística nas cinzas dos ossos de truta arco-íris (*O. mykiss*) alimentadas com dieta a base de farelo de soja e adicionadas com 0 ou 1000 FTU/kg de dieta.

#### 4.3.2 Composição química da carcaça de juvenis

Os resultados das análises bromatológicas das carcaças de juvenis de jundiá foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à análise de regressão polinomial, sendo apresentados na Tab. 7.

Tabela 7 - Composição química das carcaças de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas do desvio padrão e nível de significância (p).

Variáveis (%)	Fitase (FTU/kg de dieta)				p
	0	500	1000	1500	
Proteína bruta	71,08 ± 0,03	71,71 ± 0,01	71,52 ± 0,18	71,73 ± 0,59	0,102340
Extrato etéreo*	14,79 ± 0,05	15,89 ± 0,09	18,80 ± 0,57	18,14 ± 0,08	0,000001
Cinzas carcaça	10,55 ± 0,08	11,87 ± 0,29	11,68 ± 0,00	11,04 ± 0,02	0,000020
Umidade*	77,65 ± 0,34	77,75 ± 0,36	77,52 ± 0,46	76,35 ± 0,90	0,053069
Cinzas ossos	38,28 ± 2,73	38,42 ± 1,93	40,15 ± 2,96	38,38 ± 3,74	0,835436

Médias obtidas a partir de 3 amostras (n = 3);

\*Efeito Linear ( $p < 0,05$ ): extrato etéreo ( $Y = 13,6706 + 1,2954X$ ;  $r^2 = 0,77$ ), umidade ( $Y = 78,3500 - 0,41150X$ ;  $r^2 = 0,39$ ).

Somente o extrato etéreo e cinzas na carcaça apresentarem diferença estatística à análise de variância. Quando submetido à regressão polinomial observou-se um aumento linear na porcentagem de extrato etéreo na carcaça à medida que aumentou os níveis de fitase na dieta ( $P < 0,05$ ), conforme Fig. 6. Possivelmente o excesso de energia gerado pela atuação da fitase tenha se depositado na carcaça em forma de gordura corporal.

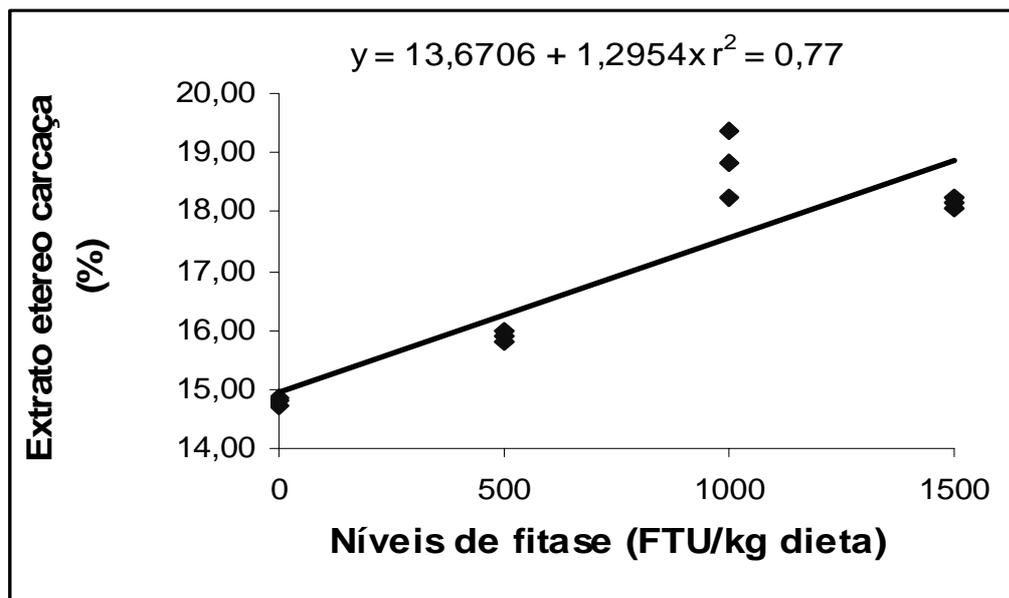


Figura 6 - Percentagem de extrato etéreo na carcaça dos juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de inclusão de fitase na dieta.

Em contrapartida, quanto à percentagem de umidade na carcaça houve um decréscimo ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de fitase na dieta ( $Y = 78,3500 - 0,41150X$ ;  $r^2 = 0,39$ ), possivelmente em decorrência do aumento do extrato etéreo. Os resultados obtidos no presente experimento, quanto aos parâmetros umidade e extrato etéreo na carcaça, diferenciam-se dos encontrados por Oliva-Teles et al. (1998), que utilizaram 1000 e 2000 FTU/kg na dieta não observando diferença na umidade, no extrato etéreo, na proteína bruta e nas cinzas presentes na composição corporal de juvenis de seabass (*Dicentrarchus labrax*). Resultados semelhantes foram obtidos por Yoo et al. (2005), onde a suplementação de 1000 e 2000 FTU/kg na dieta de juvenis de Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*) não afetou a composição corporal.

Provavelmente o aumento percentagem de extrato etéreo na carcaça ocorreu devido ao aumento na digestibilidade da energia dos alimentos. Em trabalho realizado por Gonçalves et al. (2004), a suplementação de 1000 FTU/kg na dieta de juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) aumentou a energia digestível (ED) do milho de 3.150 para 3.287 kcal/kg e do farelo de algodão de 3.277 para 3.349 kcal/kg. Para alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) revertidos, o aumento do nível de

lipídios da ração (3%-12%) aumentou linearmente a porcentagem de gordura corporal (MEURER et al., 2002).

Esta deposição lipídica na carcaça está relacionada também com a fase de desenvolvimento dos juvenis, já que começam a reduzir sua taxa metabólica. A taxa metabólica é maior em peixes grandes do que pequenos, se considerado o gasto total do peixe. Contudo, ao se considerar a taxa metabólica em função de uma unidade de peso (g ou kg), observa-se que ela é maior em peixes menores. Ou seja, o gasto de energia por unidade de peso é mais elevado em peixes menores (Baldisserotto, 2002).

O excesso de gordura na carcaça é, atualmente, uma característica indesejável, devendo manter-se em um nível que não afete as características organolépticas da carne e auxilie na manutenção da sua qualidade durante o período de congelamento. Outro fator negativo do excesso de gordura na carcaça é que esta acumula-se principalmente no tecido adiposo da cavidade abdominal, o que diminui a porcentagem de rendimento de filé e conseqüentemente o valor comercial do peixe (MEURER et al., 2002).

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de suplementação de fitase na dieta sobre as seguintes variáveis: proteína bruta, cinzas na carcaça e cinzas nos ossos. Resultados semelhantes foram encontrados por Vielma et al. (2000) utilizando 1000 FTU/kg de dieta na composição corporal total de truta arco-íris (*O. mykiss*).

Na Tab. 8 encontram-se os resultados obtidos na análise de P e Ca nos ossos da medula e na carcaça de juvenis de jundiá. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial.

Tabela 8 - Concentração média de Ca e P nos ossos e na carcaça de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) em função dos níveis de suplementação de fitase na dieta, médias seguidas do desvio padrão e nível de significância (p).

Variáveis (g/kg)	Fitase (FTU/kg de dieta)				p
	0	500	1000	1500	
P-ossos	76,47 ± 6,33	77,89 ± 4,30	78,30 ± 5,56	78,56 ± 8,84	0,97828
Ca-ossos	795,66 ± 59,67	778,00 ± 38,10	772,50 ± 71,50	790,33 ± 101,7	0,97576
P-carcaça*	20,82 ± 1,22	24,46 ± 1,85	22,98 ± 0,52	21,73 ± 0,23	0,02211
Ca-carcaça*	118,66 ± 11,37	145,00 ± 12,28	123,33 ± 5,50	121,00 ± 4,00	0,02491

Médias obtidas a partir de 3 amostras (n = 3)

\* Diferença significativa à análise de variância (P<0,05)

A concentração de P e Ca nos ossos da medula vertebral dos juvenis de jundiá quando submetidos à análise de variância e regressão polinomial não demonstraram diferença estatística entre os tratamentos (P>0,05). Os resultados obtidos divergem de alguns estudos que verificaram aumento na concentração destes minerais nos ossos com adição de fitase na dieta (PORTZ; LIEBERT, 2004; FURUYA et al. 2001; HUGUES; SOARES, 1998). Entretanto concorda com os resultados obtidos por Forster et al. (1999), que avaliando o efeito da suplementação de diferentes níveis de fitase (0, 500, 1500 e 4500 FTU/kg dietas a base de farelo de canola) sobre a deposição de Ca e P nos ossos da coluna vertebral para truta arco-íris (*O. mykiss*) não observaram diferença estatística entre os tratamentos.

Este resultado evidencia que o nível de P e Ca na ração referência, sem a suplementação de enzima, atendeu as exigências de manutenção, o que também foi observado por Vielma et al. (2000), em trabalho realizado com truta arco-íris (*O. mykiss*), utilizando ração referência formulada com base em ingredientes de origem vegetal. Em um estudo realizado por Miranda et al. (2000) em tilápia do Nilo (*O. niloticus*), a quantidade de Ca, P e cinzas presentes nos ossos dos peixes, cujas dietas foram suplementadas com Ca e P disponível, foram superiores à dieta não-suplementada, respectivamente, em 2,42 vezes, 17,06 e 21,72%.

Apesar da concentração de P e Ca na carcaça dos juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) apresentarem diferença estatística à análise de variância (P<0,05), não apresentaram significância quando submetidos à análise de regressão

polinomial. Este resultado é confirmado por Oliva-Teles et al. (1998), que não observaram influencia na concentração de P corporal em juvenis de seabass (*Dicentrarchus labrax*) alimentados com dieta a base de farelo de soja suplementadas com 1000 e 2000 FTU/kg. Confirmam também os resultados obtidos por Vielma et al. (2000) que não encontram diferença no P corporal de truta arco-íris (*O. mykiss*) alimentadas com dieta suplementada com 1000 FTU/kg.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

A Suplementação de fitase na dieta de alevinos de jundiá nos níveis de 500 a 1500 FTU/kg de dieta não afetou o peso final, o comprimento padrão, a sobrevivência, o fator de condição e o rendimento de carcaça.

O ganho de peso e a taxa de crescimento específico demonstraram efeito linear crescente à regressão na medida em que aumentaram os níveis de fitase na dieta dos alevinos ( $P < 0,05$ ).

Quanto às características de carcaça dos alevinos de jundiá apesar de todas as variáveis demonstrarem diferença a análise de variância ( $P < 0,05$ ), somente o extrato etéreo e as cinzas nos ossos apresentaram efeito significativo dos níveis de fitase sobre os tratamentos, ambos com efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ).

A suplementação de fitase na dieta de juvenis de jundiá nos níveis de 500 a 1500 FTU/kg não afetou nenhum dos parâmetros de desempenho produtivo ( $P > 0,05$ ).

Quanto às características de carcaça dos juvenis de jundiá, o extrato etéreo e a umidade apresentaram efeito significativo à regressão ( $P < 0,05$ ), sendo que no primeiro observou-se um efeito linear crescente e o segundo efeito linear decrescente na medida em que aumentou os níveis de fitase na dieta.

## **6. CONCLUSÕES**

Baseado na análise de regressão verificou-se que a suplementação da dieta com níveis crescentes de fitase (500 a 1500 FTU) por kg de dieta aumenta o ganho de peso e reduz o extrato etéreo na carcaça de alevinos de jundiá.

A suplementação destes mesmos níveis de fitase para juvenis de jundiá não afeta o desempenho produtivo, porém aumenta os níveis de extrato etéreo na carcaça.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM. 2002. 212p.

BIÃO, X.; ZHUHONG, D.; XIAORONG, W. Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. **Marine Pollution Bulletin**, v.48, p.543-553, 2004.

BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, B. L. Efeito da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciência Agrotecnica**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.

CARDOZO, L. B. **Estudo da biometria, composição corporal e composição da carcaça do jundiá (*Rhamdia* sp.)**. Pelotas, 2000. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2000.

CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, 2005.

CHENG, Z. J.; HARDY, R. W. Effect of microbial phytase on apparent nutrient digestibility of barley, canola meal, wheat and wheat middlings, measured in vivo using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.271-277, 2002.

CHENG, Z. J.; HARDY, R. W. Effects of extrusion and expelling processing, and microbial phytase supplementation on apparent digestibility coefficients of nutrients in full-fat soybeans for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.218, p.501-514, 2003.

CHO, C. Y.; BUREAU, D. P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**, v.32, n.1, p.349-360, 2001.

COLDEBELLA, J. I.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, 2002.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIREDO, A. V de; VITTI, D. M. S. S.; SILVA FILHO, J. C. da. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 4, p.547-552, 2002.

DEBNATH, D.; PAL, A. K.; SAHU, N. P.; JAIN, K. K.; YENGGOKPAM, S.; MUKHERJEE, S. C. Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth and nutrient digestibility of *Pangasius pangasius* (Hamilton) fingerlings. **Aquaculture Research**, v.36, p.180-187, 2005.

EYA, J. C.; LOVELL, R. T. Available phosphorus requirements channel catfish (*Ictalurus punctatus*) diets in ponds of food-size fed practical. **Aquaculture**, v.154, p.283-291, 1997.

FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. O.; LUZ, R. K.; TATAJE, D. A. R.; ESQUIVEL, J.R.; RESTREPO, J. B. Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmem do jundiá, *Rhamdia quelen*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.27, n.1, p.57-60, 2001.

FORSTER, I.; HIGGS, D. A.; DOSANJH, B. S.; ROWSHANDELI, M.; PARR, J. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 118C fresh water. **Aquaculture**, v.179, p.109-125, 1999.

FRACALOSSO, D. M.; MEYER, G.; SANTAMARIA, F. M.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.345-352, 2004.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutricional factores present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v.199, p.197-227, 2001.

FURUYA, Wilson Massamitu. Nutrição de peixes. In: MOREIRA, H. L. M., VARGAS, L., RIBEIRO, R. P., ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: Ed. ULBRA, 2001. p.59-68.

FURUYA, W. M.; GONÇALVES, G. S.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C. Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 (1), n.3, p.924-929, 2001.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; FREIRE, E. de S.; FERRARI, J. E. C. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.313-321, 2004.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=498&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=498&id_pagina=1)>. Acesso em 10 fev. 2006.

INFORMATIVO OURO FINO (2005), Fitase<sup>5000</sup> Ouro Fino®. Disponível em: <[http://www.ourofino.com/web/br/index.php?op=produto\\_desc&p=101&c=4&s=6](http://www.ourofino.com/web/br/index.php?op=produto_desc&p=101&c=4&s=6)>. Acesso em: 15 jan. 2006.

KAUTSKY, N.; RONNBACK, P.; TEDENGREN, M.; TROELL, M. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. **Aquaculture**, v.191, p.145-161, 2000.

KIES, K. Phytase – mode of action. In: COELHO, M. B., KORNEGAY, E. T. (Eds.) **Phytase in animal nutrition and waste management**. 2 ed. BASF Reference Manual .1999. p.205-212.

KONIETZNY, U.; GREINER, R. Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.791-812, 2002.

LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F. de A.; COSTA, M. L.; LOSEKANN, M. L.; CORREIA, V.; BOCHI, V. C. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.240-246, 2006.

LI, M. H.; ROBINETTE, H. R.; ROBINSON, E. H. Efficacy of dicalcium and defluorinated rock phosphates as dietary phosphorus sources for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.147, p.107- 114, 1996.

LOPES, P. R. S.; RADÜNZ NETO, J.; MALLMANN, C. A.; LAZZARI, R.; PEDRON, F. de A.; VEIVERBERG, C. A. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de

alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p.1029-1034, 2005.

MARTINS, Bianca Almeida Brandão. **Determinação da biodisponibilidade relativa do fósforo para frangos de corte em farelo de trigo, soja integral tostada e soja integral extrusada com e sem a adição de fitase microbiana à dieta**. 2003. 150f. (Mestrado em Nutrição animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga.

MASUMOTO, T.; TAMURA, B.; SHIMENO, S. Effects of phytase on bioavailability of phosphorus in soybean meal-based diets for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. **Fisheries science**, v.67, p.1075-1080, 2001.

MELO, J. F. B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J. H. S. da; TROMBETTA, C. G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.323-327, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M. Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D. M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.240, p. 331-343, 2004.

MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; GRANER, C. F.; ROSA, G. J.; PINTO, L. G. Q. Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 (6), p.2162-2171, 2000.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001. 378p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academic Press, 1993. 114p.

NELSON, T. S.; SHIEH, T. R.; WODZINSKI, R. J.; WARE, J. H. The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. **Poultry Science**, Champaign, v.47, p.1842-1848, 1968.

NERY, V. L. H.; LIMA, J. A de F.; MELO, R. C. de A.; FIALHO, E. T. Adição de enzimas exógenas para Leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 (3), p.794-802, 2000.

NYS, Y.; FRAPIN, D.; POINTILLART, A. Occurrence of phytase in plants, animal and microorganisms. In: COELHO, M. B., KORNEGAY, E. T. (Eds.) **Phytase in animal nutrition and waste management**. 2.ed. BASF Reference Manual .1999. p.213-236.

OLIVA -TELES, A.; PEREIRA, J. P.; GOUVEIA, A.; GOMES, E. Utilisation of diets supplemented with microbial phytase by seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquatic Living Resources**. v.11 (4), p.255-259, 1998.

OVERTURF, K.; RABOY, V.; CHENG Z. J.; RHARDY R. W. Mineral availability from barley low phytic acid grains in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.239-246, 2003.

PADUA, D. M. C.; URBINATI, E. C.; NAKAGHI, L. S. O.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Morfometria de hepatócitos de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, submetidos à dietas com níveis crescentes de levedura de álcool, *Saccharomyces cerevisiae*. **A R S Veterinária**, v.16 (1), p.1-8, 2000.

PIEDRAS, Sérgio Renato Noguez. **Manual prático para o cultivo do Channel Catfish**. Pelotas: EDUCAT – UCPEL, 1990. 72p.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30 (2), p.177-182, 2004.

PIZZOLANTE, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. D.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; GRACIA, E. A. Níveis de fitase e de cálcio e desempenho de frangos de corte. **Ciência agrotecnica**, v.26, n.2, p.418-425, 2002.

PORTZ, L.; LIEBERT, F. Growth, nutrient utilization and parameters of mineral metabolism in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed plant-based diets with graded levels of microbial phytase. **Jornal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.311–320, 2004.

QUOY, J. R. C.; GAIMARD, J. P. 1984. In: **Freycinet, Louis de. Voyage autor du monde executé sur les corvettes de S.M. l' Uranie et la Physicenne pendant les**

années 1817-1820. Zool., pt. 2, Paris, Chapter 11, Description des Mollusques: 410-516, psl 66-72, 75, 87.

RAVINDRAN, Varadarajan. Occurrence of phytic acid in plant feed ingredients. In: COELHO, M. B., KORNEGAY, E. T. (Eds.) **Phytase in animal nutrition and waste management**. 2 ed. BASF Reference Manual .1999. p.85-89.

ROBINSON, E. H.; LI, M. H. **A practical guide to nutrition, feeds, and feeding of catfish**. Mississippi State University. Mississippi Agricultural & Forestry experiment station. Bulletin 1041, 1996. 26p.

ROTTA, Marco Aurélio. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 48p.

SAJJADI, M.; CARTER, C. G. Effect of phytic acid and phytase on feed intake, growth, digestibility and trypsin activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) **Aquaculture Nutrition**, v.10, p.135-142, 2004.

SALES, j.; BRITZ, P. J.; VILJOEN, J. Dietary phosphorus leaching and apparent phosphorus digestibility from different inorganic phosphorus sources for South African abalone (*Haliotis midae* L.). **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.169-174, 2003.

SEIXAS FILHO, J. T.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; GOMIDE, A. T. M.; MENIN, E. Atividade de lipase em quimo de três espécies tropicais de peixes teleostei de água doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 (1), p.6-14, 2000.

SILVA, L. V. F.; GOLOMBIESKI, J. I.; BALDISSEROTTO, B. Incubation of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Pimelodidae), eggs at different calcium and magnesium concentrations. **Aquaculture**, v.228, p. 279-287, 2003.

SILVA, O. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 3.ed., 2004. 235p.

SOUZA, S. L.; POUHEY, J. L. O.; CAMARGO, S. O.; VAZ, B. V. Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia* sp) no outono–inverno do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.891-896, 2005.

STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K. D.; ROEM, A. J. Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-

treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v.161, p.365-379, 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.

TEDESCO, J. N.; GIANELLO, C.; BIASSINI, C. A.; BOHNEN, H. I.; VOLKWEISS, S. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 1995. 174p.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; RIBEIRO DE LIMA, C. A.; VIEITES, F. M. Efeito da Adição da Enzima Fitase sobre o Desempenho e a Digestibilidade Ileal de Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, 2001.

ULIANA, O.; SILVA, J. H. S.; RADÜNZ NETO, J. Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), Pisces, Pimelodidae. **Ciência Rural**, v.31, n.1, 2001.

VAN WEERD, J. H.; KHALAF, K. H. A.; AARTSEN, F. J.; TIJSSEN, P. A. T. Balance trials with African catfish *Clarias gariepinus* fed phytase-treated soybean meal-based diets. **Aquaculture Nutrition**, v.5, p.135-142, 1999.

VIEIRA, R. S. A.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; DOS SANTOS, C. D.; TEIXEIRA, A. S. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Ciência Agrotecnica**, v. 25, n. 6, p. 1413-1422, nov./dez., 2001.

VIELMA, J.; LALL, S. P.; KOSKELA, J.; SCHÖNER, F. J.; MATTILA, P. Effects of dietary phytase and cholecalciferol on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.163, p.309-323, 1998.

VIELMA, J.; MAKINEN, T.; EKHOLM, P.; KOSKELA, J. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. **Aquaculture**, v.183, p.349-62, 2000.

VIELMA, J.; RUOHONEN, K.; PEISKER, M. Dephytinization of two soy proteins increases phosphorus and protein utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.204, p.145-156, 2002.

VIELMA, J.; RUOHONEN, K.; GABAUDAN, J.; KURT, V. Top-spraying soybean meal-based diets with phytase improves protein and mineral digestibilities but not lysine utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, 2004, v.35, p.955-964, 2004.

YOO, G. Y.; WANG, X.; CHOI, S.; HAN, K.; KANG, J. C.; BAI, S. C. Dietary microbial phytase increased the phosphorus digestibility in juvenile Korean rockfish *Sebastes schlegeli* fed diets containing soybean meal. **Aquaculture**, v. 243, p.315-322, 2005.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)