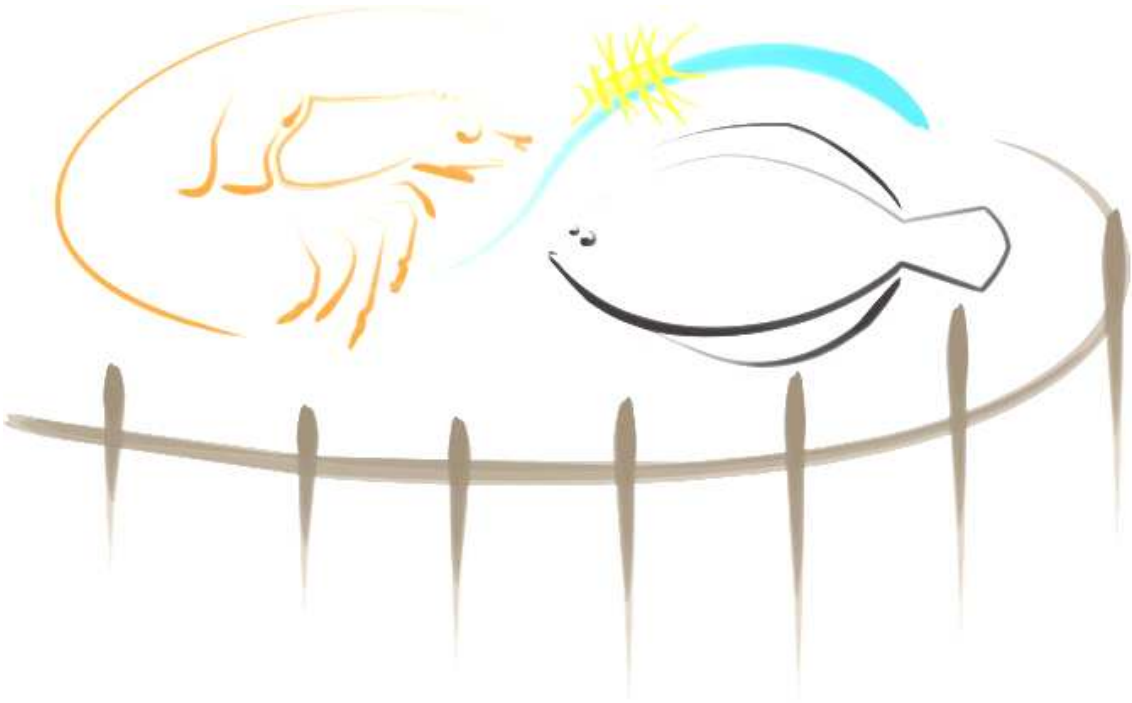
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para *Mugil platanus*: estudos sobre o crescimento, composição corporal e viabilidade econômica.

Leonardo Rocha Vidal Ramos

FURG
RIO GRANDE, RS.
2011

Universidade Federal do Rio Grande
Programa de pós-graduação em Aquicultura

Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para *Mugil platanus*: estudos sobre o crescimento, composição corporal e viabilidade econômica no cultivo.

Leonardo Rocha Vidal Ramos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Mário Roberto Chim Figueiredo

Rio Grande – RS – Brasil
Março 2011

Sumário

Listas de Tabelas ---------- iv

Listas de Figuras---------- v

Dedicatória ---------- vi

Agradecimentos ----------vii

Resumo ---------- xi

Abstract ---------- x

1. Introdução ---------- 01

2. Objetivo Geral---------- 09

2.1. Objetivos específicos ---------- 09

3. Material e Métodos ---------- 10

3.1. Local e Duração ----------10

3.2. Monitoramento das condições ambientais ---------- 10

3.3. Desenho experimental ---------- 10

3.4. Formulação e Composição da Dieta ---------- 11

3.5. Captura, acondicionamento e parâmetros zootécnicos ---------- 13

3.6. Composição proximal dos peixes ----------15

3.7. Análise estatística ----------16

4. Resultados ---------- 17

4.1. Qualidade da água ----------17

4.2. Desempenho zootécnico e Índices hepato e víscerossomático ----------17

4.3. Composição proximal---------- 19

5. Discussão ----------21

6. Conclusão e Recomendações---------- 29

7. Referências Bibliográficas ---------- 30

Lista de tabelas

1 – Revisão de trabalhos com a utilização dos produtos da soja na alimentação de diversas espécies de peixes com variados níveis de inclusão----------6

2 – Composição das dietas experimentais fornecidas a juvenis de tainha, com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja em substituição à farinha de peixe ----------12

3 –Composição proximal das rações experimentais servidas a juvenis de tainha com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja em substituição à farinha de peixe-------12

4 – Médias e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água dos tanques de criação de tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja----------17

5 – Desempenho das tainhas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo de soja em substituição à farinha de peixe ----------19

6 – Índice hepatossomático (IHS), índice víscerossomático (IVS) e fator de condição (*K*) de juvenis de tainha alimentados com diferentes níveis de inclusão de soja na dieta, em substituição à farinha de peixe----------19

7 – Teores de umidade, proteína bruta e extrato etéreo na musculatura de juvenis de *Mugil platanus* alimentados com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja----------20

Lista de Figuras

1 – Tanques (300L) usados para estocagem de tainhas durante o experimento de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja----------10

2 – Etapas da formulação da ração com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja, servidas a juvenis de tainha----------13

3 – Etapas da biometria de juvenis de tainha alimentados com rações com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja. No sentido horário: peixes capturados (1); anestesia (2); pesagem (3); mediação (4)----------14

4 – Algumas etapas da análise centesimal de juvenis de tainha alimentadas com rações com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja: retirada das vísceras (1); trituração (2); pesagem das amostras (3); destilador de nitrogênio – análise de proteína (4); extrator de Soxhlet – análise do extrato etéreo (5)----------15

5 – Valores médios de temperatura (A), salinidade (B), oxigênio dissolvido (C) e de pH (D) ao longo do experimento em tanques de tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição de farinha de peixe pelo farelo de soja---------- 18

6 – Peso médio das tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe da ração por farelo de soja, nos diferentes tratamentos, em relação à temperatura média acumulada, ao longo do experimento----------21

7 – Peso médio das tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe da ração por farelo de soja, nos diferentes tratamentos, em relação à salinidade média ao longo do experimento ----------23

8 – Sobrevivência de juvenis de Tainha, após ataque de bactérias e sua estabilização com a elevação da salinidade. O período marcado entre as setas demonstra a acentuada mortalidade coincidindo com a redução da salinidade----------24

DEDICATÓRIA

Esse trabalho é dedicado a todos os membros de minha família, aos meus pais Célio e Rita, meus avós Iara e “seu” Zé, ao meu irmão Leandro, aos meus primos Saulo, Raquel e Rafael, às tias Joana e Kátia, ao pequeno Miguel e aos “encostos” Jaime e Bruno. Todos me ajudaram muito, cada um ao seu jeito, e isso me deu forças que me fizeram seguir em frente nessa empreitada. Muito obrigado por ser a família perfeita que são aos meus olhos.

AGRADECIMENTOS

À FURG e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, pela acolhida.

Agradeço a todo pessoal do Laboratório de Aquicultura Continental (Justino): os vigilantes Márcio, Aldemar, Édson, Maicon; à Claudinha, Odaílson, Anderson, André. Foram de grande ajuda ao longo desses dois anos, as conversas, brincadeiras, piadas, almoços, churrascos.

Ao professor Dr. Mário Roberto Chim Figueiredo, que aceitou a difícil tarefa de me orientar. Muito obrigado por tudo.

A professora Dra. Tânia, por ceder espaço e a mão-de-obra da FEPAGRO para que meu experimento pudesse ser realizado.

A Fernanda Rosa, que por muitas vezes me ajudou (e vice-versa né!!) ao longo desses dois anos, e pelos momentos de descontração durante as biometrias.

A todo pessoal do LTA, em especial ao Professor Dr. Carlos Prentice, chefe do laboratório, e a técnica Sabrine e a Msc. Irene, pela ajuda dada com as análises.

Aos grandes irmãos que conheci no sul: os gaúchos Paulo e Samuel e o mineiro Alessandro, que suportaram meus dias de fúrias, resmungos, palavrões, chateação, enfim, ao meu mau-humor quando as coisas nunca davam certo.

Os amigos que consegui formar no cassino: Angélica, Augusto, Bárbara, Cassiê, Clívea, Camilão, Diego, Diogão e Lu, Gabi, Fabi, Iuri, Janice, Luciano, Marcondes, Marta, Manuel, Okamoto, Paulinha, Pedrinho, Renatão e Camila, Ricardo, Roberta, Sabrina, Shayene, Willian.

Aos amigos de Nova Iguaçu, pela amizade sem igual, pelos carnavais, pelas festas, pelos futebóis. Parte do que sou hoje também devo a vocês: Anita, Arthur, Augusto, Dani, Diego, Harrison, João, Lobão, Louize, Manu, Marcus, Paulo, Rachel, Rogério, Priscila, Than, Tiago.

A galera da minha querida UFRuralRJ, cinco anos de união, amizade, superação. Tantas dificuldades enfrentadas e vencidas juntos nesse período resultaram no que sou hoje: Aline, Beth, Débora, Dudu, Carla, Carlinha, Clarice, Gabi, Gabriel, Ipanema, Isabela, Iwine e Marcelo, Léo, Ligia, Lizi, Maqui, Mário, Renata, Renata Pitombo.

MUITO OBRIGADO A TODOS VOCÊS!

RESUMO

A farinha de peixe é um recurso cada vez mais limitante na formulação de alimentos para a aquicultura, principalmente por causa do preço, da qualidade variável e da disponibilidade no mercado. Logo, torna-se necessário estudar outras fontes de alimentos para tornar a aquicultura uma atividade mais sustentável. O objetivo deste estudo foi avaliar o farelo de soja como alternativa à farinha de peixe para juvenis da tainha *Mugil platanus*. O desenho experimental foi composto por 12 tanques (310L) com volume útil de 200L, com 30 juvenis cada (peso médio 0,59 ± 0,17 g, comprimento médio 30,26 ± 3,27 mm). Foram formuladas quatro rações isoprotéicas (35% PB) e isocalóricas (3.600 Kcal/kg), em triplicatas. Uma ração foi formulada sem soja e outras três com níveis de substituição crescente (0, 25%, 50% e 75%) da farinha de peixe pelo farelo de soja. O experimento teve a duração de 50 dias. Os parâmetros físicos e químicos da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade) foram tomados diariamente, sempre pela manhã. A cada 10 dias foi realizada uma biometria e, ao final do experimento, os peixes foram coletados e eutanaziados para análise da composição proximal. Avaliou-se a sobrevivência, ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (*K*), taxa de eficiência protéica (TEP), taxa de conversão econômica (CEc), índices víscerossomático (IVS) e hepatossomático (IHS). Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variáveis físicas e químicas da água. Em nenhuma das variáveis de desempenho analisadas houve diferença estatística ($p > 0,05$). Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a CEc e para o conteúdo de umidade e lipídios dos peixes. A análise estatística ($P > 0,05$) dos índices hepatossomático e víscerossomático não mostrou diferenças significativas. O farelo de soja é um ingrediente de menor custo efetivo e de maior disponibilidade no mercado de alimentos do que a farinha de peixe. Por outro lado, o resultado do presente estudo indica que a substituição da farinha de peixe ao nível de 75% pelo farelo de soja não trás riscos à produção da espécie estudada *Mugil platanus*.

ABSTRACT

Fishmeal is an increasingly limiting resource in the formulation of feed for aquaculture, mainly because of price, it's availability and variable quality in the market. Hence, it becomes necessary to study other sources of food to make aquaculture more sustainable activity. The aim of this study was to evaluate the soybean meal as a substitute of fish meal for juvenile mullet *Mugil platanus*. The experimental design consisted of 12 tanks (310 L) working volume of 200 L, each with 30 juvenile (average weight 0.59 ± 0.17 g, and 30.26 ± 3.27 mm). Four diets were formulated to be isonitrogenous (35% CP) and isocaloric (3.600 Kcal / kg), in triplicate. One diet was formulate with soy-free diet and three others with increasing level of substitution (0, 25, 50 and 75%), of fishmeal by soybean meal. The experiment was accomplished over 50 days. The physical and chemical parameters (temperature, oxygen, pH and salinity) were taken daily, always in the morning. Every 10 days was performed a weight and length measurement, and at the end of the experiment fish were collected and euthanized for analysis of the proximal composition. The survival, weight gain (GP), feed conversion ratio (CAA), specific growth rates (TCE), condition factor (K), protein efficiency ratio (PER), economic conversion ratio (CEc), viscerasomatic index (IVS) and hepatic somatic index (IHS) were evaluated. No significant differences ($P>0.05$) were observed for the physical and chemical variables of water. Statistical difference ($P>0,05$) were no found in none of the performance variables. Difference significant ($P<0.05$) were detected to the CEC and to the content of moisture and lipids of fish. The statistical analysis ($P>0.05$) of liver somatic and gut somatic index showed no significant differences. Soybean meal is an ingredient with more cost effective and greater feed market availability than fish meal. On other hand, the results of this study indicate that the replacement of fish meal at level of 75% by soybean meal does not bring risks to the production of this studied specie *Mugil platanus*.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes da família Mugilidae tem ampla distribuição ocorrendo em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, principalmente da região costeira estuarina (Menezes, 1983). Dentre as espécies do gênero *Mugil*, as mais exploradas no Brasil são *M. liza, M. platanus* e *M. curema.* Segundo Reis e D'Incao (2000), no Estuário da Lagoa dos Patos, a tainha é uma espécie com potencial econômico na região. A pesca ocorre principalmente na época da migração reprodutiva, quando saem da região estuarina e seguem para o mar aberto para realizarem a desova, entre maio e junho (Vieira & Scalabrin, 1991). Dados do IBAMA (2008) demonstram que a produção de tainhas proveniente da pesca industrial e artesanal no Brasil foi de 14.130 ton., gerando renda de R$ 50 milhões no ano de 2006. O Rio Grande do Sul contribuiu com cerca de 12% (1.578,5 ton.) das capturas das tainhas.

Várias espécies de tainha apresentam grande potencialidade para a aquicultura, podendo-se ainda acrescentar que em vários países como Itália, Israel, Taiwan, Egito, China, Cuba e Colômbia, a criação de tainhas, em mono e/ou policultivo já vem sendo praticada com muito sucesso, objetivando o incremento da aquicultura e, ou o povoamento e repovoamento de ambientes exauridos em seus estoques pesqueiros (Godinho *et al*, 1988).

A tainha *Mugil platanus* é um peixe nativo do Brasil, de características eurialina e euritérmica (Oliveira & Soares., 1996). Atinge cerca de 60 cm de comprimento, podendo atingir entre 6 e 8kg de peso vivo (Vieira & Scalabrin, 1991). De acordo com Benetti & Fagundes Netto (1991), essa espécie é adequada para ser utilizada tanto em sistemas de monocultivo como em policultivo com outras espécies de peixes e de crustáceos.

De acordo com Vieira & Scalabrin (1991), *Mugil platanus* é uma espécie que apresenta hábito alimentar zooplanctófago quando larva e passa a ter hábito alimentar iliófago quando juvenil. Tanto juvenis quanto adultos apresentam como principais itens alimentares as bacilariofíceas e detritos, e de acordo com a época do ano, esses itens sofrem variações para ambas as idades de desenvolvimento (Oliveira & Soares, 1996). Ela pode ser considerada, portanto, como consumidora primária, por preferir itens

alimentares próximos das fontes de energia, tanto na cadeia de detrito quanto na de produção primária, sendo uma característica que facilita sua criação.

Em trabalho desenvolvido por Ito e Barbosa (1997), além de dois níveis protéicos na dieta (20 e 40%), testaram proporções de inclusão (0, 20 e 40%) de proteína de origem animal (farinha de peixe e farinha de resíduos de camarão) nas dietas experimentais para a tainha. Verificaram que, após 72 dias de experimento, a dieta que proporcionou melhor ganho de peso médio aos peixes foi composta por 40% de proteína de origem animal e 40% de proteína bruta (PB)

Em estudo mais recente, Carvalho *et al.* (2010) formularam cinco dietas com níveis crescentes de proteína (30, 35, 40, 45 e 50% PB) e testaram durante 35 dias. Neste trabalho, foi observado melhor ganho de peso, consumo alimentar e taxa de crescimento específico das tainhas alimentadas com dieta contendo 35% de PB, não havendo diferenças significativas para as demais variáveis analisadas (sobrevivência, eficiência alimentar e composição corporal). Concluíram, entretanto, que quando tainhas forem cultivadas em viveiros, onde há abundância de alimento natural, podem ser utilizadas dietas contendo níveis inferiores a 35% PB.

Além de aspectos nutricionais, existem ainda trabalhos com essa espécie que exploram sua capacidade de crescimento e sobrevivência em diversas salinidades (Fonseca Neto & Spach 1999) e temperaturas (Okamoto *et al*. 2006), além dos efeitos da densidade sobre o desenvolvimento de juvenis dessa espécie tanto em água doce como salgada (Scorvo filho *et al.*1992, Sampaio *et al.* 2001), efeitos da toxicidade do nitrato em juvenis (Poersch *et al.*2007), estudos da biologia reprodutiva (Vieira & Scalbrin 1991, Esper *et al.* 2001) e do desenvolvimento ontogênico do sistema digestivo (Galvão *et al.* 1997a, Galvão *et al.* 1997b). Finalmente, um trabalho de revisão sobre esta espécie (Godinho *et al.* 1988) e um estudo que aborda o impacto do clima sobre a pesca da tainha (Vieira *et al.* 2008).

A aquicultura continua sendo o setor de produção animal com o maior crescimento e ultrapassa o crescimento populacional. Seu crescimento anual médio está na faixa de 8,7% (FAO 2008). Para sustentar tais taxas, surge o desafio de avaliar outras fontes de alimentos para peixes. A produção de alimentos para a aquicultura tem a

expansão mais rápida na indústria da agricultura no mundo, com taxas de crescimento ultrapassando 30% ao ano (Francis *et al.*, 2001).

Ingredientes de origem animal representam uma pequena proporção do que é fornecida aos animais terrestres, mas seu conteúdo quase sempre excede 50% nas dietas para animais aquáticos. Enquanto que os produtos de origem animal têm cada vez mais seu uso reduzido na alimentação de animais terrestres onívoros, sua utilização tem aumentado para peixes (Métailler *et al*., 1999). A farinha de peixe foi escolhida como um alimento para a aquicultura por várias razões, incluindo o alto conteúdo protéico, excelente perfil de aminoácidos, alta digestibilidade dos nutrientes e, em geral, não possuí fatores antinutricionais (Gatlin *et al*., 2007). Contudo, estar muito dependente de apenas um ingrediente representa um considerável risco com fornecimento, preço e flutuações na qualidade, além dos impactos sobre os estoques pesqueiros citados por Naylor *et al.* (2000). Como estratégia para reduzir o risco e prevenir impactos, a identificação, desenvolvimento e uso de alternativas à farinha de peixe na aquicultura ainda é de grande prioridade (Glencross *et al.*, 2007).

Segundo Gatlin *et al.* (2007), o crescimento contínuo e a intensificação da produção na aquacultura dependem do desenvolvimento de fontes sustentáveis de proteína para a substituição da farinha de peixe como alimento. Ainda, de acordo com estes autores, um dos desafios enfrentados hoje pela aquicultura é identificar alternativas economicamente viáveis e amigáveis ambientalmente para substituir o óleo e a farinha de peixe. De acordo com Furuya e Furuya (2010), a produção global de farinha de peixe já não atende a demanda para confecção das rações para organismos aquáticos. O preço deste alimento tem aumentado como resultado da aceleração da demanda mundial e, em consequência, os alimentos concentrados protéicos de origem vegetal são opções economicamente viáveis. Tacon & Metian (2008) também apontam o custo da farinha de peixe como fator limitante para sua inclusão nas rações. Desde 2000, o preço da farinha de peixe está em elevação, e em 2005, o preço dobrou, passando de US$694/ton. para US$1,379.00/ton. Também contribuem para o aumento dos preços, a elevação no valor dos óleos vegetais (canola, soja) e daqueles provenientes da indústria petrolífera.

Produtos de origem vegetal normalmente têm alguma característica que os coloca em desvantagem em relação à farinha de peixe. Para serem alternativas viáveis, devem possuir alguns pré-requisitos, que incluem disponibilidade, preço competitivo, fácil transporte, armazenagem e utilização na produção de alimentos. Além disso, devem possuir certas características, tais como baixo teor de fibra, amido, especialmente carboidratos insolúveis e antinutrientes, além de relativamente alto teor protéico, perfil de aminoácidos favorável, boa digestibilidade e razoável palatabilidade (Gatlin *et al.,* 2007).

Quando se considera matéria prima vegetal, fatores antinutricionais são intrínsecos. Estes compostos são produzidos normalmente pelos vegetais sendo que alguns participam nos processos fisiológicos, como o ácido fítico, enquanto outros são sintetizados como forma de proteção contra a predação, como os alcaloides (Guillaume *et al.*, 1999). Antinutrientes são definidos como substâncias que por si só, ou através de seus produtos metabólicos, podem afetar a utilização e a digestão protéica. Eles pode ser inibidores de proteases, afetar a utilização dos minerais, atuar como anti-vitamínicos e, enfim, ser constituídos por substâncias diversas tais como micotoxinas, mimosinas, cianogenos, nitratos, alcaloides, agentes fotossensibilizantes, fitoestrógenos e saponinas (Francis *et al.* 2001).

Segundo Gatlin *et al.* (2007), a soja possui uma quantidade significativa de polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) em sua composição e eles representam o principal desafio para o uso de seus produtos nas dietas de peixes. PNAs são componentes das paredes celulares presentes em vegetais, e geralmente compreendem a celulose, hemicelulose e pectinas (Meurer & Hayashi, 1992) Os PNAs são responsáveis por elevar o conteúdo de água nas fezes de salmonídeos, redução da digestibilidade da gordura e proteína tanto em salmões como em frangos pelo aumento da viscosidade no trato gastrointestinal. Além dos PNAs, a soja possui ainda outros antinutrientes, como lecitinas, compostos antigênicos, inibidores de proteases, ácido fítico e saponinas (Gatlin *et al.*, 2007)

Tecnologias desenvolvidas permitem hoje a eliminação de algumas dessas substâncias dos ingredientes sem alterar o valor nutritivo das mesmas. Pode ser citado como exemplo o tratamento térmico (calor) ao qual o farelo de soja é submetido para a

inativação do fator antitríptico, a redução no conteúdo de carboidratos pela extração com o metanol e ainda a hidrólise do ácido fítico, ou fitato, pela adição da enzima fitase na ração (Heikkinen *et al.*, 2006).

As diferentes espécies de peixes exibem variados graus de tolerância aos fatores antinutricionais, e alguns parecem não ser afetadas pelos mesmos, como é o caso do pacu, demonstrado por Stech *et al.* (2010). Segundo Francis *et al.* (2001), essas diferenças individuais entre as espécies deve ser considerada antes de se decidir o tratamento adequado para reduzir seus níveis. Como exemplo, os autores citam a tilápia, que são mais tolerantes do que carpas ao aumento de antinutrientes em geral na ração.

Substituir ingredientes de origem animal por ingredientes de origem vegetal é uma prática completamente consolidada. Porém, os resultados são espécies-específicos, e variam com condições ambientais e sistema de produção (Cyrino *et al*., 2010). Dentro desse contexto, surge na literatura um vasto acervo sobre possíveis substitutos à farinha de peixe. Skred *et* al. (2002) analisaram melhorias na digestibilidade dos nutrientes e energia com uso do fermentado da cevada *Hordeum vulgare*; Viegas *et al*. (2008) estudaram o crescimento e a composição corporal do pacu alimentado com dietas compostas pelo farelo de canola *Brassica rapa*; Souza & Hayashi (2003) pesquisaram a inclusão do farelo de algodão *Gossypium hirsute* na alimentação da Tilápia do Nilo; Regost *et* al. (1999) testaram a substituição total ou parcial da farinha de peixe pelo farelo de glúten de milho em dietas para o turbot; Glencross *et al.* (2011) comparou o crescimento da truta arco-íris alimentada com soja e diferentes cultivares do tremoço *Lupinus sp.*; Thiessen *et al.* (2003) observaram o crescimento e a digestibilidade da truta arco-íris alimentada com coprodutos da ervilha *Pisum sativum* e da canola.

Porém, nenhum desses ingredientes é tão estudado como a soja (*Glycine max)*. O coproduto obtido da extração do óleo é utilizado para produzir uma variedade de produtos, como o floco, farelo, concentrado protéico e isolado protéico de soja (Gatlin *et al.*, 2007). O farelo de soja é amplamente utilizado como uma alternativa à farinha de peixe na alimentação de muitos animais na aquicultura, devido ao seu alto conteúdo protéico, perfil relativamente balanceado de aminoácidos, preço razoável e suprimento constante (Chou *et al.,*2004).

O farelo de soja tem sido usado com variado nível de sucesso em substituição à farinha de peixe com diversas espécies, tanto em carnívoras como em onívoras, como podemos observar na Tabela 1.

Tabela 1: Revisão de trabalhos com a utilização dos produtos da soja na alimentação de diversas espécies de peixes, com variados níveis de inclusão.

Espécie	**Ingrediente**	**Nível de inclusão**	**Referência**
Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*	Concentrado Protéico de Soja	100%	Kaushik *et al*., 1995
Blue Catfish (*Ictalarus furcatus*)	Farelo de Soja	100%	Webster *et al.*, 1995
Linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*	Farelo de Soja combinado com 10% de farinha de sangue e farelo de glúten	45%	Kikuchi, 1999
Salmão do Atlântico (*Salmo salar*)	Farinhas vegetais (farelo de soja, tremoço e ervilha)	33%	Carter & Hauler, 2000
Pacu (*Piaractus mesopotamicus)*	Farelo de Soja	100%	Fernandes *et al.,* 2000
Cobia (*Rachycentron canadum)*	Farelo de Soja	40%	Chou *et al.*, 2004
Yellowtail (*Seriola dumerili*)	Farelo de Soja	20 - 30%	Tomás *et al.*, 2005
Carpa (*Cirrhinus mrigala*)	Farelo de Soja	40%	Jose *et al.*, 2006
Bagre africano (*Clarias gariepinus*)	Farinha de coprodutos de frangos, farinha de carne e ossos, farelo de soja	100%	Goda *et al*., 2007a
Sea bream (*Sparus aurata*)	Farelo de Soja	39,5%	Martinez-Llorens *et al.*, 2009
Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)	Concentrado Protéico de Soja (com adição de metionina)	100%	Zhou *et al.,* 2005

Os níveis de inclusão estão diretamente relacionados ao hábito alimentar e consequentemente com a capacidade de utilização da soja. Em algumas espécies são observadas modificações patológicas na morfologia e na histologia do trato digestivo associadas à utilização do farelo de soja, como podem ser observados em salmonídeos.

As típicas alterações morfológicas incluem encurtamento das dobras da mucosa, vacuolização anormal, perda da integridade da mucosa, alargamento do estroma central e infiltração celular inflamatória na lâmina própria (Heikkinem *et al.*, 2006). Ainda, segundo esses autores, essas alterações funcionais que causam enterites, incluem o aumento da suscetibilidade a doenças causadas por bactérias e desordens digestivas como diarréia osmótica e reduzida absorção de nutrientes.

Contudo, muitas vezes tais alterações morfológicas, fisiológicas e histológicas não causam patologias (Grisdale-Helland *et al.*, 2002; Evans *et al.,* 2005.; Romarheim *et al*., 2008), e em alguns casos, podem funcionar como um mecanismo compensatório frente à utilização de outras fontes de alimentos. Silva *et al.* (2010) observou que proteínas de origem vegetal, adicionadas de forma parcial à ração, influenciaram a atividade de algumas enzimas digestivas no carnívoro Sea bream sem afetar o crescimento.

As diferentes espécies tem diferentes capacidade de utilizar os nutrientes de um dado alimento, e quando se considera alimentos de origem vegetal, leva-se em conta principalmente a fração de carboidratos presentes nos mesmos (PNAs, polissacarídeos, oligossacarídeos) (Krogdhal *et al.* 2005). Segundo estes autores, a grande variabilidade de utilização dos carboidratos na dieta reflete as diferenças anatômicas e funcionais do trato gastrointestinal e órgãos associados. Animais herbívoros e onívoros possuem funções digestivas capazes de hidrolisar uma grande variedade de carboidratos presente nos alimentos, em contraste a peixes carnívoros. Os órgãos digestivos variam de curto e simples até complexos semelhantes ao de ruminantes, refletindo a variação das fontes de alimentos.

Segundo Krogdhal *et al.* (2005), a atividade da celulase, enzima capaz de hidrolisar a celulose, foi observada em várias espécies de peixes , indicando que peixes são capazes de utilizar a celulose e outros carboidratos fibrosos similares. Porém, a questão de que a celulase seria endógena ou microbiana está ainda em debate. Independente de ser endógena ou não, sabe-se que o intestino abriga uma grande variedade de micro-organismos que, assim como em herbívoros e onívoros terrestres, são capazes de metabolizar fibras e carboidratos dos alimentos, fornecendo uma quantidade de energia marginal aos peixes (Gatlin *et al.* 2007). A fermentação da fração

fibrosa já foi observada em carpas (Kihara & Sakata 2002) e peixe-anjo (Martínez-Díaz & Pérez-España 2002;) e há indícios de que o bacalhau do Atlântico também seja capaz de utilizar essa fonte extra de energia (Refstie *et al.* 2006) assim como o jundiá (Pedron *et al.* 2008).

Com base nas informações descritas acima, este trabalho objetivou avaliar o desempenho zootécnico, composição corporal e o retorno econômico do cultivo da tainha *Mugil platanus* alimentada com níveis crescentes de substituição da farinha peixe, com a inclusão do farelo de soja em sua dieta.

2. OBJETIVO GERAL

Testar o farelo de soja como um possível substituto da farinha de peixe na alimentação da tainha *Mugil platanus*.

2.1 Objetivos específicos

1. Avaliar o desempenho zootécnico de tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe com a inclusão do farelo de soja;
2. Identificar alterações na composição corporal de tainhas alimentadas com diferentes níveis de inclusão da farinha de peixe pelo farelo de soja;
3. Verificar a viabilidade econômica da substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja nas rações para tainhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e duração do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquacultura Continental (LAC) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) localizado junto à enseada Saco do Justino, estuário da Lagoa dos Patos (32º01'40" S 52º05'40" W). O experimento durou 50 dias, tendo início no dia 11 de outubro de 2010.

3.2. Monitoramento das condições ambientais

A análise do oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (Oxímetro digital Lutron, modelo DO - 5519), pH (pHmetro digital Lutron, modelo PH – 221 e salinidade (refratômetro portátil) foram feitas diariamente pela manhã (10 h).

3.3. Desenho experimental

Foram utilizadas 12 caixas plásticas com capacidade de 300 L (Figura 1), abastecidas com 200L de água doce proveniente de um poço abscínio local, com aeração constante e renovação diária equivalente a 25% do volume total, realizada após retirada de detritos e restos de ração por sifonagem

Figura 1 – Tanques (300L) usados para estocagem de tainhas durante o experimento de substituição da farinha de peixe por farelo de soja.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por três níveis de substituição da farinha de peixe (FP) pelo farelo de soja (FS), e uma dieta sem o farelo de soja (controle), com três repetições de cada tratamento, totalizando 12 unidades experimentais. O delineamento experimental pode ser representado pelo modelo $Y_{ij} = \mu + D_i + \square_{ij}$, onde Y_{ij} é o parâmetro avaliado; μ é a média dos resultados desse parâmetro; D_i é o efeito do nível do nível de substituição $_i$ da farinha de peixe; e $\square_{ij}$ erro aleatório associado a cada observação.

Os tratamentos utilizados foram distribuídos como a seguir:

D1: Ração sem FS;

D2: 25% de substituição da FP por FS;

D3: 50% de substituição da FP por FS;

D4: 75% de substituição de FP por FS.

A ração basal foi composta por farinha de peixe (FP), farelo de trigo (FT), farelo de arroz (FA), farelo de milho (FM), Premix vitamínico-mineral (Supra) e óleo de soja. As rações experimentais foram formuladas com níveis decrescentes de FP, substituída pelo FS de forma a permanecer isoprotéica (35% PB) e isocalórica (3.600 Mcal/kg). A composição das rações está apresentadas na Tabela 2.

3.4. Formulação e composição da dieta

A análise da composição proximal dos ingredientes da ração foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da FURG/Campus Cidade, e seguem na Tabela 3, em metodologia de acordo com a AOAC (1999). A análise da matéria seca foi realizada em estufa a 102ºC por 5H; para cinzas as amostras sofreram uma pré-calcinação e posteriormente levadas à mufla a 600ºC por 5H; análise de proteína bruta foi feita pela metodologia de Kjeldahl, após digestão da amostra e destilação do nitrogênio; extrato etéreo no extrator de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente, por 5H. Após a análise da composição proximal dos ingredientes, as rações foram formuladas utilizando-se o software SUPERCRAC®. Os ingredientes foram então misturados na sequência do mais volumoso para o de menor volume e as rações foram peletizadas e preparadas para serem servidas (Figura 2).

Tabela 2 – Composição das dietas experimentais fornecidas a juvenis de tainha, com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja em substituição à farinha de peixe

Ingredientes	Rações			
	D1	D2	D3	D4
F. Peixe	67,58	50,69	33,79	16,90
F. Soja	0,00	20,39	40,75	61,85
F. Milho	7,32	3,82	0,36	1,15
F. Arroz	10,00	10,00	10,00	5,00
Óleo de soja	15,00	15,00	15,00	15,00
Premix*	0,10	0,10	0,10	0,10
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo/Kg	2,03	1,52	1,01	0.51

D1: 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% da farinha de peixe. * Mistura mineral/vitamínica (SUPRA®): Vitaminas: A (20.000.000 UI); D3 (6.400.000UI), E (160.000UI), K3 (15.000 mg), B1 (9.000 mg); B2 (20.000 mg); B6 (16.000 mg) B12 (140.000 mcg); ácido fólico (3.000 mg), ácido pantotênico (110.000 mg); Biotina (100 mg); Niacina (200.000 mg)

A ração foi fornecida três vezes ao dia, em um intervalo de 3 h (10 h 15 min, 13 h 15 min, 16 h 15 min), na proporção de 10% da biomassa.

Tabela 3 – Composição proximal das rações experimentais servidas a juvenis de tainha com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja em substituição à farinha de peixe

Nutrientes	Rações			
	D1	D2	D3	D4
ED (Mcal/Kg)*	3,600	3,600	3,600	3,600
Matéria Seca (%)	93,18	92,33	91,49	90,6
Proteína Bruta (%)	35,00	35,00	35,00	35,00
Extrato etéreo (%)	22,55	21,29	20,06	18,12
Cinzas (%)	0,96	1,02	1,08	1,14
Fibras (%)*	1,65	2,79	3,93	4,68
ENN (%)**	40,22	40,12	42,93	40,94

***ENN:** Extrativos não-nitrogenados; ** Valores estimados de acordo com o SUPERCRAC®. **D1:** 100% da farinha de peixe; **D2:** 75% da farinha de peixe; **D3:** 50% da farinha de peixe; **D4:** 25% da farinha de peixe.

Figura 2 – Etapas da formulação da ração com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja, servida a juvenis de tainha: ração farelada (1); peletização (2); secagem (3); dietas (4 e 5).

3.5. Captura, acondicionamento e parâmetros zootécnicos

Os juvenis de tainha foram capturadas em um arroio que deságua na praia do Cassino, no município do Rio Grande, com uma rede de arrasto de 2,0 m x 1,0 m, com malha de 5,0 mm. Os animais, transportados em caixas com oxigênio, foram acondicionados em um viveiro de 200 m^2, com a salinidade 10, igual ao ambiente de captura. Posteriormente, foram estocados 30 animais por caixa, totalizando 360 animais, com peso e comprimento médios de 0,59g ± 0,17 e 30,26mm ± 3,27, respectivamente (biomassa de 88,5 g m^{-3}). Para avaliação do desempenho zootécnico dos animais, foi realizada biometria a cada 10 dias (Figura 3), anestesiando-se os peixes com benzocaína (10%), e posteriormente foram realizadas a pesagem (BIOPRECISA®, modelo JH2102, precisão de 0,1 g) e medição do comprimento (Paquímetro digital Mitutoyo®). Foram calculados: ganho de peso[1] (GP), conversão alimentar aparente[2] (CAA), taxa de crescimento específico[3] (TCE), taxa de eficiência protéica[4] (TEP), fator de condição[5] (K), sobrevivência[6] (Zhou *et al.,* 2005) e taxa de conversão econômica[7] (CEc) (Tomás *et al*. 2005).

1. Ganho de peso (g) = peso final – peso inicial

2. Conversão alimentar aparente = ração fornecida / ganho de peso

3. Taxa de crescimento específico (% dia^{-1}) = [(ln peso final – ln peso inicial)/dias de cultivo] * 100

4. Taxa de eficiência protéica: ganho de peso (g) / proteína ingerida (g)

5. Fator de Condição: 100 * peso vivo (g) / comprimento corporal (cm^3).

6. Taxa de conversão econômica: custo da dieta (R$) / conversão alimentar

7. Sobrevivência (%) = (quantidade final de animais / quantidade inicial dos animais) * 100.

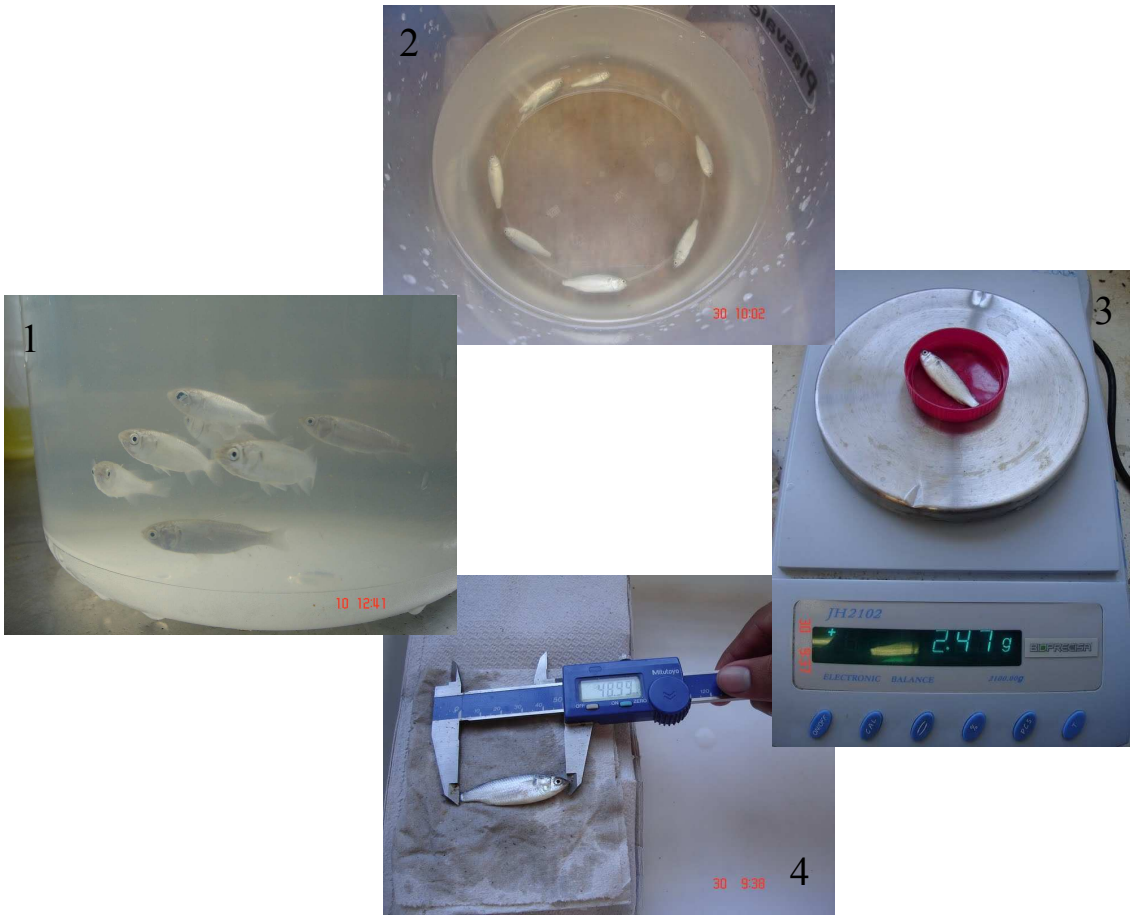


Figura 3 – Etapas da biometria dos juvenis de tainha alimentados com rações com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja: No sentido horário, peixes capturados (1); anestesia (2); pesagem (3); medição do comprimento (4).

3.6. Composição proximal dos peixes

Ao fim do experimento, os peixes foram eutanaziados por overdose de anestésico (Benzocaína 10%) para serem realizadas análises da composição proximal do músculo (umidade, proteína e gordura) (Figura 4) e para o cálculo do Índice hepatossomático[8] (IHS) e o Índice víscerossomático[9] (IVS).

8 – IHS – $(P_{fígado}/P_{corpo})*100$

9 – IVS – $(P_{vísceras}/P_{corpo})*100$

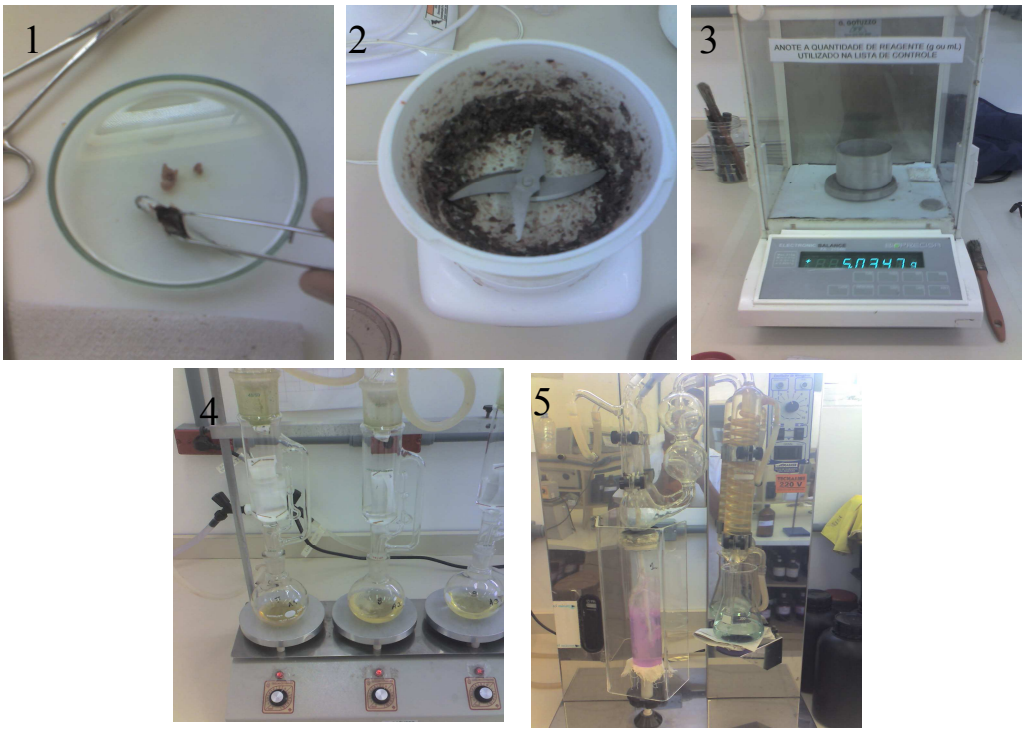


Figura 4 – Algumas etapas da análise centesimal dos juvenis de tainhas alimentados com rações com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja: retirada das vísceras (1); trituração (2); pesagem das amostras (3); destilador de nitrogênio – análise de proteína (4); extrator de Soxhlet – análise de gordura (5);

3.7. Análise estatística

Dados do desempenho (GP, CAA, TCE, TEP, K, CEc), sobrevivência, índice hepatossomático, índice víscerossomático, dados ambientais (temperatura, oxigênio, salinidade, pH) e a composição proximal (proteína, gordura e umidade) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para identificação de significância estatística. Diferenças individuais entre os tratamentos foram determinados pelo Teste LSD, sob o nível de 0,05 de significância.

4. RESULTADOS

4.1. Qualidade da água

Os valores médios das variáveis físicas e químicas da água estão na Tabela 4. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os valores de temperatura, O_2D, pH e salinidade nos diferentes tratamentos.

Tabela 4 – Médias e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água dos tanques de criação de tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja

Qualidade da água								
	Temperatura		Oxigênio (mg/L)		pH		Salinidade	
D1	17,89	± 2,00	9,09	± 1,29	7,90	± 0,21	3,23	± 3,10
D2	17,89	± 2,00	8,46	± 0,91	7,85	± 0,25	3,19	± 3,09
D3	17,86	± 1,98	8,56	± 0,93	7,86	± 0,24	3,23	± 3,11
D4	17,82	± 2,08	8,67	± 1,02	7,88	± 0,22	3,36	± 3,20

D1: 100% da farinha de peixe; **D2:** 75% da farinha de peixe; **D3:** 50% da farinha de peixe; **D4:** 25% da farinha de peixe.

Ao longo do experimento a temperatura média se manteve em torno de 17ºC e somente no final do experimento, se observou uma elevação para 20ºC. O oxigênio dissolvido variou entre 8,46 e 9,20 mg/L, sendo que nos últimos 50 dias, ele se manteve abaixo de 8,00 mg/L. O pH manteve-se entre 7,85 e 7,90, apresentando uma leve queda aos 20 dias de experimento. A salinidade foi o parâmetro que mais se alterou ao longo do experimento, encontrando-se água doce nos primeiros 20 dias, mas variando, de forma igual para todos os tratamentos, sendo elevada para prevenir a mortalidade das tainhas, atacadas por bactérias típicas de água doce. Os gráficos com as variações da qualidade da água estão representados na Figura 5.

4.2. Desempenho zootécnico, Índices hepatossomático e víscerossomático.

Os dados do desempenho zootécnico dos animais (Tabela 5) ao longo de 50 dias de experimento, indicam que a substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja não influenciou a sobrevivência, GP e a TCE ($P > 0,05$). Porém a CAA, a TEP e a CEc

foram significativamente ($P < 0,05$) afetadas pela inclusão, ficando os melhores valores para os tratamentos com a inclusão do farelo de soja, independe do seu nível de substituição.

Os índices hepatossomático e víscerossomático também não foram afetados pela substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (Tabela 6).

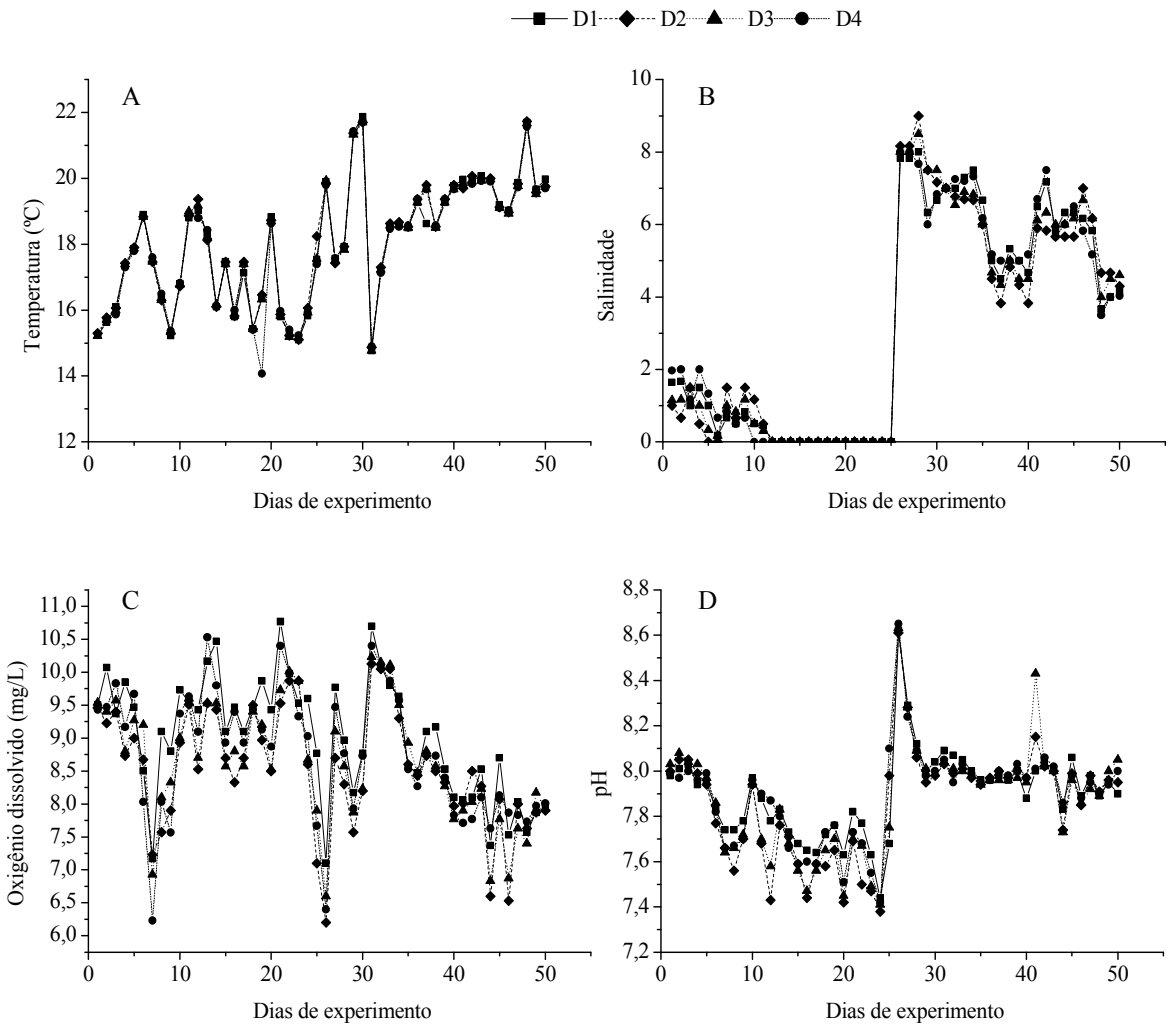


Figura 5 – Valores médios de temperatura (A), salinidade (B), oxigênio dissolvido (C) e de pH (D) ao longo do experimento em tanques de tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição de farinha de peixe pelo farelo soja.

Tabela 5 – Desempenho das tainhas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de substituição da farinha de peixe, com inclusão do farelo de soja*

Variáveis	Desempenho							
	D1		D2		D3		D4	
Peso inicial	0,59	± 0,17	0,64	± 0,18	0,58	± 0,17	0,57	± 0,15
Ganho de Peso (g)	0,70	± 0,05	0,67	± 0,06	0,82	± 0,07	0,82	± 0,06
Sobrevivência (%)	93,33	± 0,67	71,11	± 1,73	78,89	± 3,36	80,00	± 2,35
CAA	5,78	± 0,37b	3,38	± 0,27a	3,98	± 0,27a	3,94	± 0,34a
TCE	1,55	± 0,10	1,52	± 0,11	1,75	± 0,11	1,75	± 0,09
TEP	0,53	± 0,04b	0,89	± 0,08a	0,79	± 0,08a	0,83	± 0,11a
CEc	14,86 ± 2,21d		7,88 ± 1,25cb		5,14 ± 0,81ab		2,36 ± 0,41ª	

* Valores médios das três repetições (± erro padrão). Letras iguais ao lado das médias, na mesma linha, indicam que estas não diferiram significativamente segundo o teste LSD ($P > 0,05$). **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe. **CAA:** Conversão Alimentar Aparente; **TCE:** Taxa de Crescimento Específico; **TEP:** Taxa de Eficiência Protéica; **CEc:** Taxa de conversão econômica

Tabela 6 – Índice hepatossomático (IHS), índice víscerossomático (IVS) e fator de condição (*K*) de juvenis de tainhas alimentados com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na dieta, em substituição à farinha de peixe*

	IHS		IVS		*K*	
D1	1,74	± 0,12	13,33	± 0,37	4,15	± 0,41
D2	2,12	± 0,45	14,64	± 0,63	3,95	± 0,39
D3	1,80	± 0,08	12,63	± 0,37	3,88	± 0,36
D4	2,02	± 0,08	12,01	± 0,31	4,41	± 0,41

* Valores médios das três repetições (± erro padrão). **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe. **IHS:** Índice Hepatossomático; **IVS:** Índice Víscerossomático; ***K***: Fator de condição.

4.3. Composição Proximal

Os valores da composição proximal dos peixes estão mostrados na Tabela 7. Foram observadas diferenças significativas no conteúdo de umidade e de gordura corporal ($P \leq 0,05$), em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na ração.

Tabela 7 – Teores de umidade, proteína bruta e extrato etéreo na musculatura de juvenis de *Mugil platanus* alimentados com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja*

Nutrientes	Tratamentos			
	D1	D2	D3	D4
Matéria Seca (%)	30,41 ± 0,16a	29,23 ± 0,31b	28,86 ± 0,26b	29,60 ± 0,21ab
Proteína Bruta (%)	18,46 ± 0,57a	18,94 ± 0,42	19,29 ± 0,40a	18,88 ± 0,31a
Extrato Etéreo (%)	7,63 ± 0,52b	9,41 ± 0,40a	8,22 ± 0,48ab	8,72 ± 0,45ab

*Valores médios das três repetições (± erro padrão). Os valores que se encontram na mesma linha com diferentes letras são significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) de acordo com o teste LSD. **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe.

A inclusão de farelo de soja resultou em maiores teores de gordura na carcaça das tainhas (9,41% ±1,20a, 8,22% ±1,45ab e 8,72% ±1,34ab), respectivamente para a substituição de 25, 50 e 75% da farinha de peixe, contra um teor de 7,63% ± 0,51b de gordura nas tainhas que receberam rações com 100% de farinha de peixe. No tratamento com 100% de farinha de peixe na ração, por sua vez, foi encontrado o maior teor de umidade na carcaça das tainhas (30,41%), contra 29,23% de umidade no tratamento com 25% de substituição e 28,86% no tratamento com 50% de substituição da farinha de peixe por farelo de soja

5. DISCUSSÃO

O experimento foi realizado no início de outubro e teve seu término no início de dezembro, durante a primavera, que foi marcada por temperaturas baixas para o período. Ao longo do experimento, a temperatura média da água foi abaixo dos 20ºC. Sabe-se que a resposta primária dos peixes para o aumento da temperatura é aumentar o consumo de alimento (Bureau *et al.*, 2002), o que leva ao aumento o ritmo biológico e consequentemente ao crescimento. Neste experimento, a maior taxa de crescimento obtida na última biometria coincidiu com a elevação da temperatura média, como se pode observar na Figura 6. A reduzida taxa de crescimento dos peixes nos 40 dias iniciais do experimento pode ter sido determinada pela baixa temperatura média (17,75ºC) no período, já que o comportamento entre os tratamentos foi igual para todas as dietas testadas.

A migração reprodutiva desta espécie inicia no mês de março e dura normalmente até maio, quando há o aumento da salinidade e redução da temperatura.

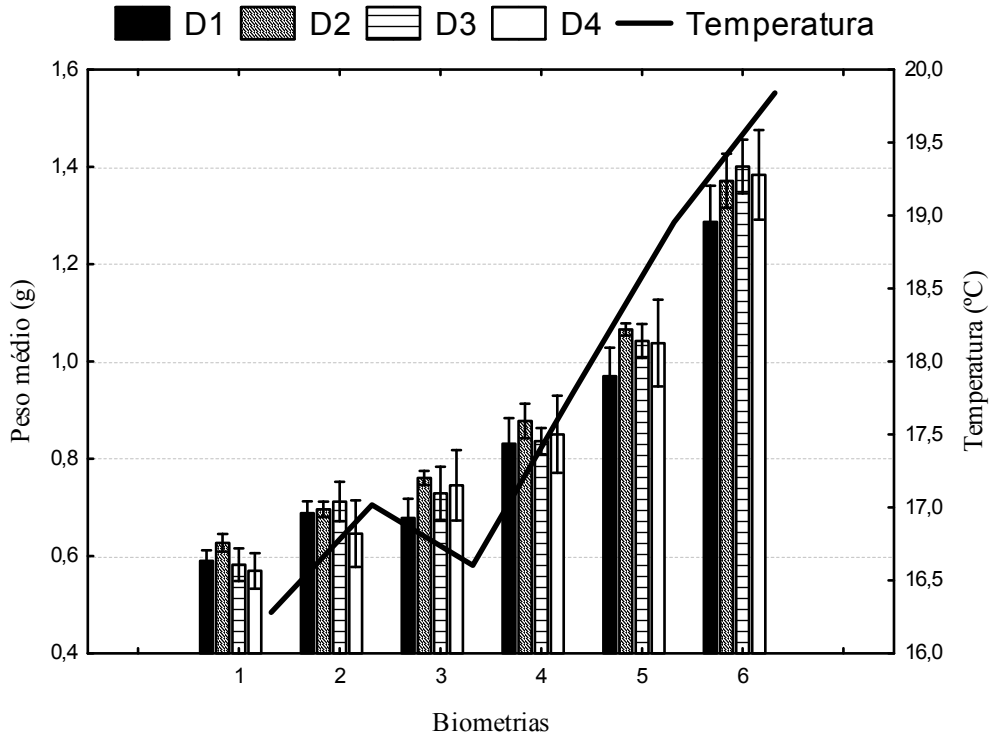


Figura 6: Peso médio das tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe da ração por farelo de soja, nos diferentes tratamentos, e em relação à temperatura média acumulada, ao longo do experimento. **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe.

Embora a presença de juvenis de tainha possa ser observada ao longo de todo ano na Lagoa dos patos, o pico de abundância dessa espécie ocorre durante os meses de julho a outubro (Vieira & Scalabrin, 1991). Esse período representa o inverno e inicio da primavera, que são caracterizadas por temperaturas relativamente baixas (INMET, acessado em 08/02/2011), que coincidiram com o período experimental. Como os juvenis podem ser encontrados na praia e na lagoa nesse mesmo período, onde tem seu crescimento normal, e pelo fato de preferir simular as condições ambientais naturais ao longo do experimento, não foram utilizados aquecedores para a elevação da temperatura da água, embora haja trabalhos que demonstrem temperaturas ideais para o cultivo da tainha, como é o caso de Okamoto *et al.* (2006).

Peterson *et al.* (2000), testou o efeito da salinidade e temperatura sobre o crescimento de juvenis de tainha (*Mugil* sp.). O autor testou três temperaturas (20, 25 e 30ºC) e três salinidades (10, 17 e 24 ‰) e verificou que, além de não haver interação entre as variáveis, os resultados sugerem para o melhor crescimento, as temperaturas devem ser superiores a 25ºC, e o pico de crescimento, em todas as temperaturas, ocorreu na salinidade de 17‰. O experimento conduzido por Okamoto *et al* (2006), serve para comprovar esta hipótese. Testando o efeito de três temperaturas (20ºC, 25ºC e 30ºC) sobre o desempenho e sobrevivência de juvenis de *Mugil* platanus, estes autores verificaram que quando cultivados sob à temperatura de 20ºC, juvenis obtinham menor ganho de peso, menor taxa de crescimento específico e maior conversão alimentar aparente. Os mesmos autores recomendam que, para o cultivo de *Mugil platanus,* a temperatura ideal de cultivo para se obter o melhor desempenho deve estar em torno de 30ºC.

A tainha é um peixe eurihalino, capaz de sobreviver em ambientes de variadas salinidades (Fonseca Netto *et al.*, 1999). Contudo, esses peixes não conseguem sobreviver a uma transferência direta da água salgada para doce, sendo necessária uma prévia aclimatação para iniciar o cultivo no mesmo (Scorvo Filho *et al.* 1992; Mendes, 1983; Fonseca Netto *et al.*, 1999). A fim de evitar mortalidade causada pela mudança súbita da salinidade ao longo do experimento, os peixes foram previamente aclimatados de acordo com a metodologia recomendada por Mendes (1983) para *Mugil curema*. Aos 20 dias do presente experimento, porém, quando as tainhas estavam sendo cultivadas

em água doce (Figura 7), verificou-se o surgimento de uma bactéria oportunista, que causou grande mortalidade.

O diagnóstico foi feito no Laboratório de Patologia de Organismos Aquáticos (FURG), laudo anexado, tornando-se necessária a elevação da salinidade para evitar a mortalidade e possibilitar a continuidade do experimento.

Aos 30 dias de experimento, a salinidade foi aumentada para 7,63 (Figura 8), sendo mantida acima de 5 até o final do experimento. A elevação da salinidade reduziu e cessou a mortalidade até o final do experimento.

Foram observados os valores médios de 8,69 mg/L ± 0,49 de O_2D e 7,88 ± 0,13 de pH. Os valores obtidos neste experimento foram semelhantes aos obtidos por Ito & Barbosa (1999), quando cultivando tainhas em condições de laboratório, obtiveram valores de O_2D em torno de 6 mg/L e de pH 8, indicando-os como adequados ao crescimento das mesmas.

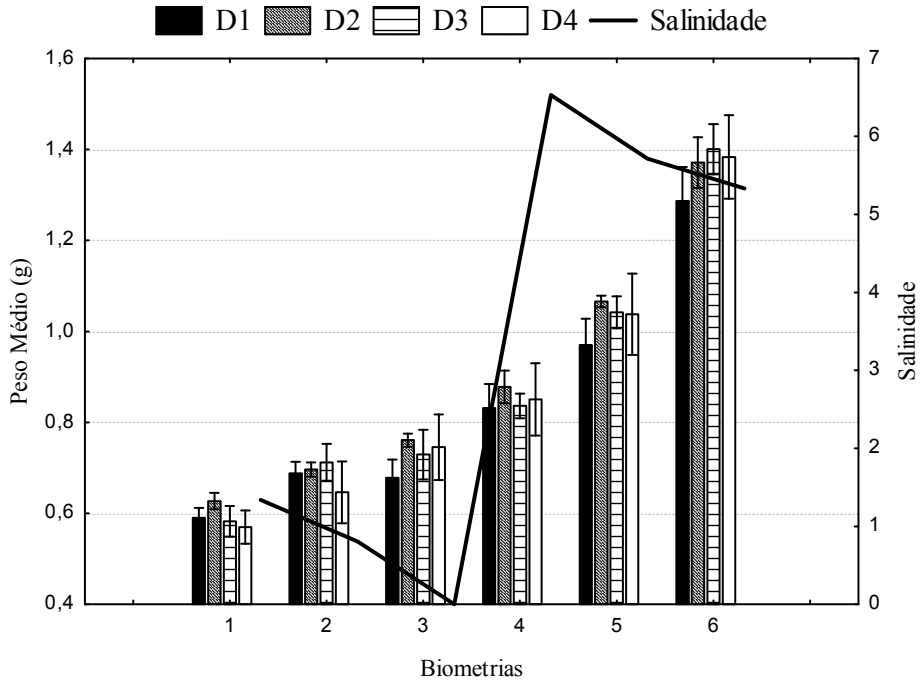


Figura 7: Peso médio das tainhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja, nos diferentes tratamentos, em relação à salinidade média, ao longo do experimento. **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe.

A taxa de conversão econômica (CEc) é um parâmetro utilizado para avaliar a viabilidade econômica de uma ração. Neste estudo, o menor valor para a CEc (2,56) foi obtido na dieta D4, com a substituição de 75% da farinha de peixe por farelo de soja, ficando a pior estimativa (14,86) para o tratamento D1 (100%FP).

Tomás *et al.* (2005) usaram esse mesmo parâmetro para avaliar a eficiência econômica das dietas em seu experimento com uso da soja como um alimento alternativo ao *Seriola dumerili*. Porém, nesse caso, o pior valor representou o tratamento com o maior nível de inclusão de soja (50%), e os melhores valores para a inclusão a nível de 20 e 30% de soja. Isto ocorreu pelo fato de que a conversão alimentar do peixe em estudo (marinho e carnívoro) foi alta (6,52) no tratamento com 50% de inclusão, o que repercutiu na CEc desse tratamento.

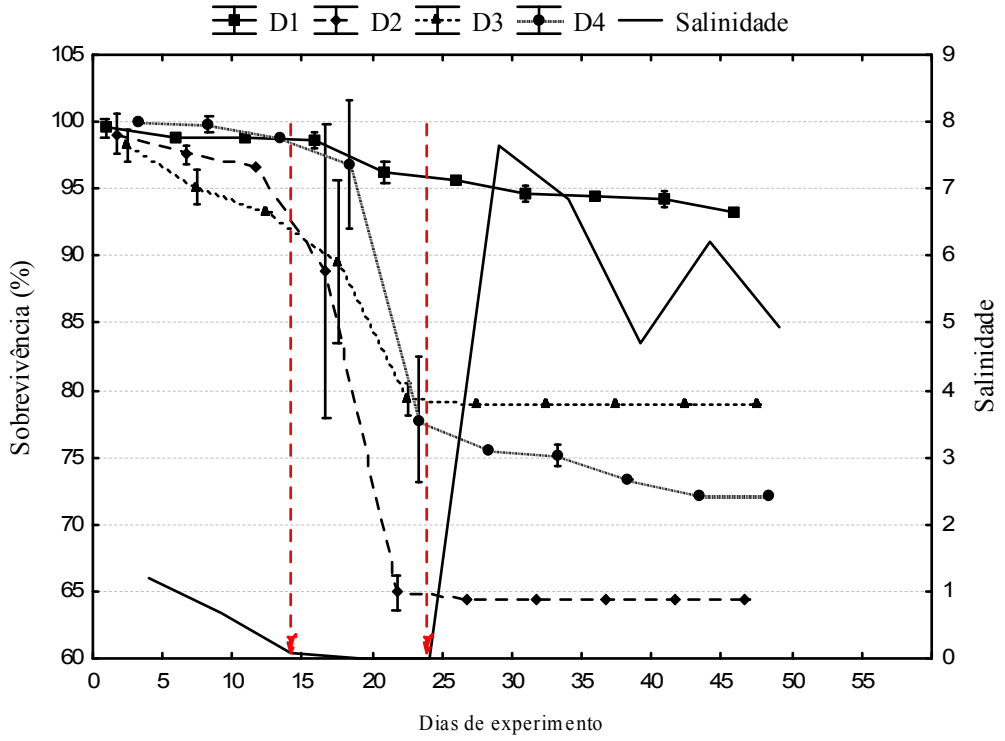


Figura 8: Sobrevivência de juvenis de Tainha, após ataque de bactérias e sua estabilização com a elevação da salinidade. O período marcado entre as setas demonstra a acentuada mortalidade coincidindo com a redução da salinidade. **D1:** 100% de farinha de peixe; **D2:** 75% de farinha de peixe; **D3:** 50% de farinha de peixe; **D4:** 25% de farinha de peixe.

Neste experimento, a CAA (3,38 ± 1,63; 3,98 ± 1,63 e 3,94 ± 1,96) e a TEP (0,89 ± 0,73, 0,79 ± 0,49 e 0,83 ± 0,69) registraram os melhores valores dentro dos tratamentos com a inclusão do farelo de soja, contra 5,78 ± 0,37 e 0,53 ± 0,04, respectivamente para a CAA e TEP, no tratamento com 100% de farinha de peixe (D1). Luzzana *et al.* (2005) testaram diferentes fontes de proteína (farinha de peixe, farinha de sangue, farelo de soja e levedura) em dietas para a tainha cinza *Mugil cephalus*. Nesse experimento os autores não observaram melhores valores dos parâmetros avaliados, entre eles o ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, quando os peixes foram alimentados com a farinha de peixe, farinha de sangue e com o farelo de soja. Os autores afirmam que, pelo fato dessa tainha adotar hábito herbívoro, quando juvenil e adulta, essa espécie conseguiu utilizar bem o farelo de soja, que por ser uma fonte importante de ômega-6, é indispensável para o crescimento da tainha cinza.

Espécies de hábito alimentar não-carnívora (herbívoras, onívoras, detritívoras, iliófagas), possuem a capacidade de utilizar fontes alimentares de outras origens que não a animal, como foi demonstrado por Ostaszewska *et al.* (2005). Nesse estudo, foram comparados o crescimento e as mudanças morfológicas na truta arco-íris, uma espécie carnívora, com o pacu, um onívoro e frugívoro.

Foi verificado que dietas com inclusão de farelo de soja (com carboidratos não digestíveis) acarretaram alterações morfológicas no trato digestivo da truta, que levou ao distúrbio na digestão intracelular nos enterócitos, mudanças patológicas no epitélio secretor pancreático, e distúrbios metabólicos no fígado, desordens essas que afetaram o crescimento e a utilização do alimento por essa espécie. Porém, o pacu, onívoro/frugívoro, provavelmente desenvolveu mecanismos que lhe permitem a essa espécie digerir, absorver e metabolizar tanto alimentos de origem vegetal como animal. Isto explicaria a eficiente digestão, absorção e alta atividade pancreática, bem como a atividade metabólica no fígado, e as maiores taxas de crescimento do pacu em relação à truta. Este fenômeno pode ter ocorrido devido à adaptação do aparato digestivo do pacu a uma dieta composta de alimentos de diversas origens no ambiente natural, como detritos, vegetais, frutas, algas, entre outros. Pode-se então supor que, espécies que forrageiam zonas mais inferiores da cadeia alimentar, como é o caso da tainha, tem uma maior capacidade de aceitação de produtos de origem vegetal, adicionados em suas dietas do que peixes carnívoros, que estão no topo da cadeia.

Segundo Belal & Assem (1995), a umidade e gordura variam inversamente na carne do peixe, enquanto que a proteína é mais constante. Esta tendência é vista no presente trabalho. O tratamento D1 (100% FP) apresentou o maior valor para matéria seca (30,41%) e o menor para gordura (7,63%). O tratamento D2 (25%FP) apresentou um nível de matéria seca de 29,23%, enquanto a gordura atingiu 9,41%. O conteúdo de proteína em todos os tratamentos manteve-se com valores constantes. Em outros trabalhos essa tendência também pode ser encontrada. Webster *et al.* (1995) encontraram diferentes níveis de lipídios na composição corporal do blue catfish, quando estes foram alimentados com quantidades crescentes de farelo de soja, enquanto que não houve diferenças para os níveis de umidade e proteína. Os autores, contudo, afirmam que os teores de lipídeos obtidos nesse experimento não tiveram relação com a inclusão do farelo de soja. Kikuchi (1999) não obteve diferenças significativas na composição corporal de linguados quando estes foram alimentados com o farelo de soja ou com farinha de peixe. Assim como o anterior, Zhou *et al.* (2005) não encontraram diferenças significativas na carcaça de juvenis do cobia, com o nível de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja variando de 0 a até 60%. Inversamente, Elengovan *et al.* (2000), quando avaliaram a substituição parcial da farinha de peixe por farelo de soja para juvenis de *Barbodes altus*, encontram níveis decrescentes de gordura com o aumento da inclusão do farelo de soja, mesmo sendo os níveis de lipídios e energia bruta iguais para todas as três dietas avaliadas. Da mesma forma, Tomás *et al*. (2005) observaram que o conteúdo de lipídeos na carcaça do yellowtail reduziu significativamente com a elevação do nível de inclusão de 40 para 50% de farelo de soja.

Quando peixes apresentam a capacidade de utilizar um dado nutriente (carboidratos, proteínas, lipídios) do alimento, isso se expressa na sua composição corporal. Galvão *et al.* (1997a) analisou a histologia do sistema digestivo da tainha durante as fases larval e juvenil. Os autores verificaram que, aos 60 dias, a região pilórica é caracterizada por uma superfície triturante, comparável à moela em aves, e nessa fase, o estômago está em sua forma definitiva. De acordo com os mesmos, essa região não contribuí com enzimas ou HCl para a digestão, mas pode servir para facilitar a digestão por meios mecânicos. Ainda, a presença de moela indica hábitos micrófagos, detritívoros ou herbívoros, e por isso, quando o estômago se diferencia nesta forma,

essa espécie deve adotar esses hábitos. Esta característica pode ter melhorado a digestibilidade da ração, o que pode ter contribuído para o desempenho dessa espécie com a inclusão do farelo de soja à dieta. Segundo Martínez-Díaz & Pérez-España *et al.* (1999), peixes herbívoros possuem alguns mecanismos digestivos que os permitem utilizar os nutrientes de alimentos de origem vegetal: trituração mecânica, exercida pelo estômago semelhante à moela; a quebra ácida, pela secreção do ácido hidroclorídrico no estômago; fermentação, em um ceco anterior; a quebra das paredes celulares, pelos dentes faringeanos; e hidrólise enzimática, que em muitos animais é favorecida pela presença de organismos simbióticos, através de processos enzimáticos. Ainda, nos níveis mais elevados de inclusão de farelo de soja (substituição de 50 e 75% da farinha de peixe) as tainhas mantiveram os níveis de lipídeos, o que reflete uma possível limitação na absorção deste nutriente, a partir de determinado nível de sua inclusão na ração.

Segundo Meurer e Hayashi (2003), a soja tem um conteúdo de polissacarídeos não-amiláceos (PNA) (celulose, hemicelulose e pectina) de aproximadamente 21,7%, com base na matéria seca. Em monogástricos, a fibra é responsável por uma pequena parcela da energia da dieta, o que se faz através da digestão desta por micro-organismos, no intestino grosso e ceco. Ainda, de acordo com esses autores, o efeito dos PNA sobre a nutrição varia em relação ao tipo e nível deste elemento, espécie e idade do animal em questão. Para algumas espécies, a inclusão deste pode trazer alguns benefícios ao desempenho, visto a capacidade de aproveitamento desse produto pela fermentação intestinal. Pedron *et al*. (2008), cultivou jundiás *Rhamdia quelen* alimentados com dietas compostas por casca de soja e de algodão e avaliaram o efeito da fibra sobre o crescimento e os parâmetros produtivos. Os resultados demonstraram que a fibra não afeta o desempenho produtivo, porém, os peixes alimentados com casca de soja apresentaram maior quantidade de gordura nos filés. Isso ocorreu, segundo os autores, porque a soja possui grande quantidade de substâncias péctinicas em sua fração fibrosa, que tem elevado grau de fermentação por micro-organismos do trato gastro-intestinal. Isto, por sua vez, propicia maior produção de ácidos graxos voláteis no intestino, que são utilizados como fonte de gordura no organismo do animal. Os resultados desse experimento também estão de acordo com Goda *et al.* (2007a). Ao substituir a farinha de peixe por farinha de coprodutos de frangos, farinha de carne e

ossos e farelo de soja em dietas para o bagre africano, estes autores observaram que, na dieta composta por 100% de inclusão de soja, os níveis de lipídios na carcaça foram superiores aos dos demais tratamentos. Kihara *et al.* (2002) demonstraram que a microbiota da carpa comum *Cyprinus carpio* é capaz de produzir gases (acético, propiônico, butírico, entre outros) a partir de carboidratos do farelo de soja. Da mesma forma que o jundiá e a carpa, a tainha também pode possuir também micro-organismos intestinais que conseguem utilizar a fibra da dieta, produzindo AGV's, que podem influenciar nos teores de lipídios, como foi observado no presente experimento.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Sob o ponto de vista produtivo, a substituição de pelo menos 75% farinha de peixe pelo farelo de soja foi satisfatória. Não houve influência negativa sob os parâmetros zootécnicos avaliados e a composição corporal foi satisfatória para a tainha.

Além disso, o índice econômico demonstra que a inclusão de farelo de soja em substituição da farinha de peixe, proporciona retorno econômico ao produtor, visto que a soja tem um preço mais acessível no mercado de alimentos do que a farinha de peixe.

Futuras pesquisas deverão identificar e avaliar as alterações morfológicas e hematológicas que a soja e outras fontes vegetais podem induzir sobre o trato digestório da tainha, a capacidade de fermentação da fração de fibra pela mesma, e as implicações da inclusão total desses ingrediente na sua dieta.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITYCAL CHEMISTS. 1999. Official methods of analysis of the AOAC. Washington: AOAC international. 16 ed, 1141p.

Belal, I.E.H., Assem, H., 1995. Substitution of soybean meal and oil for fish meal in practical diets fed to channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque): effects on body composition. Aquaculture Research. 26, 141–145.

Benetti, D.D., Fagundes Netto, E.B. 1991. Preliminary results on growth of mullets (*Mugil liza* and *Mugil curema*) fed artificial diets. World Aquaculture. 22, 115 – 122.

Borgeson, T.L., Racz, V.J., Wilkie, D.C., White, L.J., Drew, M.D. 2006. Effect of replacing fishmeal and oil with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Nutrition. 12, 141 – 149.

Brasil, Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). 2008. Estatística da pesca 2006 – Brasil, 186 p.

Bureau, D.P., Kaushik, S.J., Cho, C.Y. 2002. Bioenergetics. In: *Fish Nutrition*, 3rd edn. (ed by J.E. Halver & R.W. Hardy), pp. 1 – 61. Academic Press Inc., New York, USA.

Carter, C.G., Hauler, R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture. 185, 299 – 311.

Carvalho, C.V.A., Bianchini, A., Tesser, M.B., Sampaio, L.A. 2010. The effect of protein levels on growth, post prandia excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Günther). Aquaculture Research. 41, 511 – 518.

Chou, R.L., Her, B.Y., Su, M.S., Hwang, G., Wu, Y.H., Chen, H.Y. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum.* Aquaculture. 229, 325 – 333.

Cyrino, J.E.P., Bicudo, A.J.A., Sado, R.Y., Borghesi, R., Dairiki, J.K. 2010. A piscicultura e o meio ambiente – o uso de alimento ambientalmente corretos em piscicultura. Rev. Bras. Zootec. 39, 68 – 87.

Elengovan, A., Shim, K.F. 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). Aquaculture. 189, 133 – 144.

Esper, M.L.P., Menezes, M.S., Esper, W. 2001. Época reprodutiva de *Mugil platanus* (Günther, 1880), Pisces Mugiliadade da Baia de Paranaguá (Paraná, Brasil). Acta Biol. Par., 30 (1, 2, 3, 4), 5 – 17.

Evans, J.J., Pasnik, D.J., Peres, H., Lim, Klesius, P.H. 2005. No apparent differences in intestinal histology of channel catfish (*Ictalarus punctatus*) fed heat-treated and non-heat-treated raw soybean meal. Aquaculture nutrition. 11, 123 – 129.

FAO, 2009. The State of World Fisheries and Aquiculture 2008. FAO, Rome.

Fernandes, J.B.K., Carneiro, D.J.C., Sakomura, N.K. 2000. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Rev. Bras. Zootec., 29 (3), 646 – 653.

Fonseca Neto, J.C., Spach, H.L. 1999. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (PISCES, MUGILIDAE) em diferentes salinidades. B. Inst. Pesca, 25 (único), 13 – 17.

Francis, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived aternate fish ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 199, 197 - 227

Furuya, W.M., Furuya, V.R.B. 2010. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. Rev. Bras. Zootec. 39, 88 – 84.

Galvão, M.S.N., Fenerich-Verani, N., Yamanaka, N., Oliveira, I.R. 1997a. Histologia do sistema digestivo da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (OSTEICHTHYES, MUGILIDAE) durante as fases larval e juvenil. B. Inst. Pesca, 24 (único), 91 – 100

Galvão, M.S.N., Fenerich-Verani, N., Yamanaka, N., Oliveira, I.R. 1997b. Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (Oscteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. B. Inst. Pesca 24 (único), 101 – 110.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, S., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeeds: a review. Aquaculture Research. 318, 551 – 579.

Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredients evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition. 13, 17 – 34.

Glencross, B., Rutherford, N., Hawkinns, W. 2011. A comparison of the growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) when fed soybean, narrow-leaf or yellow lupin meals in extruded diets. Aquaculture nutrition, 17, e317 – e325.

Goda, A.M., El-Haroun, E.R., Kabir Chowdhury, M.A. 2007a. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Buechell, 1822) reared in concrete tanks. Aquaculture Research. 38, 279 – 287.

Goda, A.M.., Wafa, M.E., El-Haroun, E.R., Kabir Chowdhury, M.A. 2007b. Growth performance and fees utilization of nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and tilapia galilae *Sarotherodon galilaeus* (Linnaeus, 1758) fingerlings fes plant protein-based diets. Aquaculture Research. 38, 827 – 837.

Godinho, H.M., Serralheiro, P.C.S., Scorvo Filho, J.D. 1988. Revisão e discussão de trabalhos sobre as espécies do gênero *Mugil* (TELEOSTEI, PERCIFORMES, MUGILIDAE) da costa brasileira. B. Inst. Pesca. 15 (1), 67 – 80.

Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Baeverfjord, G., Berge, G.M. 2002. Full-fat saoybean meal in diets for Atlantic halibut: growth, metabolism and intestinal histology. Aquaculture nutrition. 9, 265 – 270.

Guillaume, J., Métailler, R. 1999. Antinutrional factors. In: *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans,* (ed by Guillaume, J., Kaishik, S., Bergot, P. & Métailler), pp. 297 – 307. Ed. Springer, França.

Heikkinen, J., Vielma, J., Kemiläinem, O., Tiirola, M., Eskelinen, P., Kiuru, T., Navia-Paldanius, D., von Wright, A. Effects of soybean meal based diet on growth performance, gut histophathology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 261, 259 – 268.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em www.inmet.gov.br. Acessado em 08/02/2011.

Ito, K., Barbosa, J.C. 1997. Nível protéico e proporção de proteína de origem animal em dietas artificiais para a tainha, *Mugil platanus*. B. Inst. Pesca. 24, 111 – 117.

Kaushik, S.J., Craved, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B., Laroche, M. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenetic effecs, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. 133, 257 – 274.

Kihara, M., Sakata, T. (2002). Production of short-chain fatty acids and gas from various oligosaccharides by gut microbes of carp (*Cyprinus carpio* L) in micro-scale batch culture. Comp. Biochem. Physiol. A, 132, 333–340.

Kikuchi, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for a fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture. 179, 3 – 11.

Krogdhal, Å, Hemre, G.I., Mommsen, T.P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. Aquaculture nutrition. 11, 103 – 122.

Luzzana, U., Valfrè, F., Mangiarotti, M., Domeneghini, C., Radaelli, G., Moretti, V.M., Scolari, M. 2005. Evaluation of different protein sources in fingerling grey mullet *Mugil cephalus* practical diets. Aquaculture international. 13, 291 – 303.

Mcgoogan, B.B., Gatlin, D.M. 1997. Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum *Sciaenops ocellatus* and potential for palatability enhancement. World Aquac. Soc. 28, 374 – 385.

Martínez-Díaz, S.F., Pérez-España, H. 2002. Feasible mechanisms of algal digestion in the king angelfish. J. Fish. Biol., 55, 692 – 703.

Martínez-Llorens, S., Vidal, A.T., Garcia, I.J., Torres, M.P., Cerdá, M.J. 2009. Optimum dietary soybean meal level for maximizing growth and nutrient utilization of on-growing gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture Nutrition. 15, 320 – 328.

Mendes, G.N. 1983. Estudo sobre a aclimatação de alevinos de tainha (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) à água doce. Rev. Bras. Zool., São Paulo. 1 (2), 13 – 33.

Menezes, N.A. 1983. Guia prático para reconhecimento e identificação das tainhas e paratis (PISCES, MUGILIDAE) do litoral brasileiro. Rev. Bras. Zoologia, 2 (1), 1 – 12.

Métailler, R.,Guillaume, J. 1999. Raw materials and additives used in fish foods. In: *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans*. Ed. Springer, França.

Meurer, F., Hayashi, C. 2003. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de peixes – revisão. Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, 6 (2), 127 – 138.

Naylor, R.L.; Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C., Clay, J., Lubchenco, C.F.J., Mooney, H., Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature 405, 1017 – 1024.

Okamoto, M.H., Sampaio, L.A., Maçada, A.P. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880. Atlântica, 25 (1), 61 – 66.

Oliveira, I.R., Soares, L.S.H. 1996. Alimentação da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (PISCES: MUGILIDAE) da região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. B. Inst. Pesca. 23, 95 – 104.

Ostaszewska, T., Dabrowsky, K., Palacios, M.E., Olejniczak, M., Wieczorek, M. 2005. Growth and morphological changes in the digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*) due to casein replacement with soybean proteins. Aquaculture. 245, 273 – 286.

Pedron, F. de A., Radnüz Neto, J., Emanuelli, T., Silva, L.P. da., Correia, V., Bergamin, G.T., Veiverberg, C.A. 2008. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia, 43 (1), 93 – 98.

Peterson, M.S., Rakocinski, C.F., Comyns B.H., Fulling G.L. 2000. Laboratory growth responses of juvenile *Mugil* sp. to temperature and salinity: delineating optimal field growth condition. Reprinte from Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 51, 341 – 352.

Poersch, L.H., Santos, M.H.S., Mirando Filho, K., Wasielesky Jr, W. 2007. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (PISCES:MUGILIDADE). B. Inst. Pesca, 33 (2), 247 – 252.

Refstie, S., Landsverk, T., Bakke-McKellep, A.M., Ringø, E., Sundby, A., K.rogdhal, Å. 2006. Digestive capacity, intestinal morphology, and microflora of 1-year and 2-year

old Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed standard or bioprocessed soybean meal. Aquaculture. 261, 269 – 284.

Regost, C., Arzel, J., Kaushik, S.J. 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture. 180, 99 – 117.

Reis, E.G., D'Incao, F. 2000. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: na effort towards community-based management. Ocean & Coastal Management. 43, 585 – 595.

Romarheim, O.H., Zhang, C., Penn, M., Liu, Y.-J., Tian, L.-X, Skrede, A., Krogdhal, Å, Storebakken, T. 2008. Aquaculture nutrition. 14, 174 – 180.

Sampaio, L.A., Ferreira, A.H., Tesser, M.B.T. 2001. Effect of stocking density on laboratory of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). Acta Scientiarum, 22 (2), 471 – 475.

Scorvo Filho, J.D., Almeida Dias, E.R., Ayroza, L.M., Colherinas Novato, P.F. 1992. Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alevinos da tainha (*Mugil platanus*) em água doce. B. Inst. Pesca, 19 (único), 105 – 109.

Sitjà-Bobadilla, A., Peña-Llopis, S., Gómez-Requeni, P., Médale, F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J. 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 249, 387 – 400.

Skred, G., Storebakken, T., Skrede, A., Sahlstrøm, S., Sørensen, M., Shearer, K.D., Slinde, E. 2002. Latic acid fermentation of wheat and barley whole meal flours improves digestibility of nutrients and energy in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) diets. Aquaculture. 210, 305 – 321.

Souza, S.R., Hayashi, C. 2003. Avaliação do farelo de algodão na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Zootecnia Tropical. 21, 383 – 398.

Stech, M.R., Carneiro, D.J., Carvalho, M.R.B. 2010. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Acta Scientiarum. 32 (3), 255 – 262.

Tacon, A.G.J., Metian, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture. 285, 146 – 158.

Thiessen, D.L., Campbell, G.L., Adelizi, P.D. 2003. Digestibility and growth performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with pea and canola products. Aquaculture Nutrition. 9, 67 – 75.

Tomás, A., De La Gándara, F., García-Gomez, A., Pérez, L, Jover, M. 2005. Utilization of soybean meal as an alternative protein source in the Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerili.* Aquaculture Nutrition. 11, 333 – 340.

Viegas, E.M.M, Carneiro, D.J., Urbinati, E.C., Malheiros, E.B. 2008. Farelo de canola em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987): efeitos sobre o crescimento e composição corporal. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 60, 1502 – 1510.

Vieira, J.P., Scalabrin, C. 1991. Migração reprodutiva da "tainha" (*Mugil platanus* GÜNTHER, 1980) no sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande. 13, 131 – 141.

Vieira, J.P., Garcia, A.M., Grimm, A.M. 2008. Evidences of *El Niño* effects on the mullet fishery of the Patos Lagoon estuary. Braz. arch. biol. technol., 51 (2), 433 – 440.

Webster, C.D., Tidwell, J.H., Tiú, L.S., Yancey, D.H. 1995. Use of soybean meal as partial or total substitute of fish meal diets for blue catfish (*Ictalurus furcatus*). Aquat. Living Resour. 8, 379 – 384.

Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.,P., Liu, Y.J. 2005. Partial replacement od fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture Nutrition. 11, 175 – 182.