

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES PARA
TILÁPIA-DO-NILO *Oreochromis niloticus***

Juliana de Barros Valle

Orientador: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Novembro– 2013**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES PARA
TILÁPIA-DO-NILO *Oreochromis niloticus***

**Artigo 01 –Suplementação do aminoácido taurina em rações para larvas
de tilápia-do-nilo**

**Artigo 02 – Suplementação do aminoácido taurina em rações para juvenis
de tilápia-do-nilo.**

Juliana de Barros Valle

Orientador: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo
Novembro– 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

V181s Valle, Juliana de Barros
Suplementação do aminoácido taurina em rações para tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* / Juliana de Barros Valle – São Paulo, 2013
viii, 55f. ; il. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Giovani Sampaio Gonçalves

1. Aminoácido. 2. Índice hepatossomático. 3. Nutrição. 4. Taurina. 5. Tilápia.
I. Gonçalves, Giovani Sampaio. II Título.

CDD 639.3

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

“SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM
RAÇÕES PARA TILÁPIA-DO-NILO *Oreochromis niloticus*”

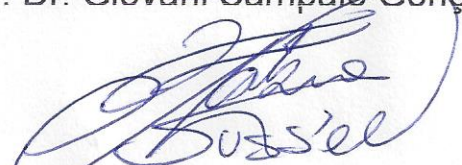
AUTOR: Juliana de Barros Valle

ORIENTADOR: Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

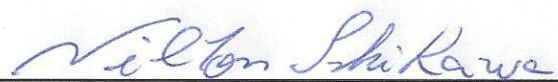
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

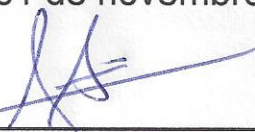


Prof. Dr. Fábio Rosa Sussel



Prof. Dr. Nilton Ishikawa

Data da realização: 01 de novembro de 2013



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à vida pela oportunidade de continuar me aperfeiçoando em uma área que muito me estima trabalhar em benefício de seu crescimento e desenvolvimento.

Aos meu pais, por todo amor, dedicação de uma vida, por todo o apoio e doação durante estes anos para que eu concluísse esta etapa tão importante.

Ao meu filho, *Caio* pelo amor imenso que me manteve confiante a seguir.

Ao meu marido, *Fernando* pelo incentivo constante, pela confiança e paciência, por todo o seu cuidado e colaboração, muito obrigada!

A minha irmã e aos meu sobrinhos queridos, por também cuidarem do meu pequenino!

Aos meus tios Lídia e Agnelo, Gessy e Alexandre, Diná e Ronald, pelo carinho de me abrigarem sempre em suas casas e por terem cuidado do meu pequeno durante as minhas disciplinas.

Ao meu orientador Giovani Sampaio Gonçalves, pela sua dedicação, determinação e profissionalismo. Meu muito obrigada!

A toda a equipe do Instituto de Pesca pela oportunidade e por todos os ensinamentos adquiridos!

Ao Incaper e ao comitê de pós-graduação pela oportunidade. Obrigada!

Ao colega Manoel, por todas as informações e dedicação em meu auxílio.

Ao colega Eduardo pelo incentivo.

Aos pesquisadores Nilton Ishikawa e Fábio Sussel, pelas valiosas contribuições em meu trabalho.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, dedico aqui com muito carinho, o meu muito obrigada!!!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL SUMARY.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CARACTERIZAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA E SUA UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA PEIXES.....	4
OBJETIVO GERAL:.....	8
REFERÊNCIAS.....	9
CAPÍTULO 01 – SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES PARA LARVAS DE TILÁPIA-DO-NILO.....	14
RESUMO.....	15
PALAVRAS-CHAVE.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 02 – SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO <i>Oreochromis niloticus</i>	28
RESUMO.....	29
PALAVRAS-CHAVE.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

LISTA DE TABELAS

Artigo 01

Tabela 01. Composição percentual e química das rações experimentais suplementadas com quatro diferentes níveis de taurina para larvas de tilápia.....20

Tabela 02. Valores de desempenho produtivo de larvas de tilápia alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina e uma ração comercial.....22

Artigo 02

Tabela 01. Composição percentual e química das rações experimentais suplementadas com quatro diferentes níveis de taurina para juvenis de tilápia.....33

Tabela 02. Valores de desempenho produtivo e índices somáticos de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação de taurina.....36

Tabela 03 Valores da composição química da carcaça de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação de taurina.....41

LISTA DE FIGURAS

Artigo 02

- Figura 01.** Regressão linear simples dos valores obtidos para índice hepatossomático (IHS) dos juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina.....39

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com ração contendo diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina. O experimento foi realizado no laboratório de nutrição de peixes do Instituto de Pesca de São José do Rio Preto – SP. Foram realizados dois experimentos: experimento I o primeiro com larvas de tilápia, peso inicial médio de 0,001grama, distribuídos em 30 tanques de PVC e experimento II um segundo experimento utilizando com juvenis de tilápia, peso inicial médio de 23,5gramas, distribuídos em 25 tanques de PVC, ambos com capacidade para 310L em sistema fechado de recirculação de água com controle de temperatura, luminosidade, sistema de aeração, filtragem física e biológica. Para a alimentação dos peixes foram formuladas cinco rações a base de proteína de origem vegetal e levedura, com base nos valores digestíveis, de forma a se apresentarem isoproteicas, isoenergéticas, isofosfóricas e isocalcíticas, sendo a ração controle isenta de suplementação do aminoácido taurina, e as demais rações suplementadas com os níveis de 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80% do aminoácido. O período experimental foi de 60 dias para as larvas e 68 dias para os juvenis, ao final de cada experimento foram avaliados os parâmetros de desempenho, como ganho em peso, conversão alimentar, consumo de ração, comprimento total final, taxa de crescimento específico, índices somáticos e avaliação da carcaça, este dois últimos apenas para os juvenis. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos para as larvas, incluindo avaliação com ração comercial e cinco tratamentos para os juvenis e ambos com cinco repetições. Os resultados de desempenho das larvas não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), demonstrando que a suplementação do aminoácido taurina não interferiu no desempenho produtivo. Para os juvenis de tilápia, o menor valor de conversão alimentar foi apresentado pelos peixes suplementados com 0,20% de taurina na dieta. Os níveis superiores de suplementação proporcionaram aumento dos valores para o índice hepatossomático, matéria mineral na carcaça e extrato etéreo no fígado.

PALAVRAS-CHAVE

Aminoácido, índice hepatossomático, nutrição, taurina, tilápia

GENERAL SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the performance of the Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*), fed with ration containing different levels of taurine amino acid supplementation. The experiment was performed in the fish nutrition lab of the Fish Institute in São José do Rio Preto – SP. Two experiments were performed: the first one with tilapia larvae, with initial average weight of 0.001 grams, distributed in 30 PVC tanks and a second experiment using tilapia juveniles, with initial average weight of 23.5 grams, distributed in 25 PVC tanks, both with capacity for 310L in a water recirculation closed system with temperature and luminosity control, aeration system, physical and biological filtering. For fish feeding, five rations were formulated based on protein of vegetal and leaven origin, and based on digestible values, in such a way to present themselves as iso-proteinic, iso-energetic, iso-phosphoric and iso-calcitical, being the control ration exempt of taurine amino acid supplementation, and all other rations supplemented with levels of 0.20; 0.40; 0.60 and 0.80% of the amino acid. The experimental period was of 60 days for larvae and 68 days for juveniles, and at the end of each experiment were evaluated the performance parameters such as gain of weight, nutrition conversion, ration consumption, final length, specific growth rate, and somatic rates and carcass evaluation, these latter two just for the juveniles. The experimental delineation was entirely casualized with six treatments for larvae, including evaluation with commercial ration, and five treatment for juveniles, and both with five repetitions. The performance results for larvae did not present a significant difference ($P < 0.05$), demonstrating that the taurine amino acid supplementation did not interfere in the productive performance. For tilapia juveniles, the lower value for nutrition conversion was presented by fishes supplemented with 0.20% of taurine at diet. The upper supplementation levels provided a value increase in the hepatosomatic index, mineral substance at the carcass and ethereal extract at the liver.

KEY WORDS

Amino acid, hepatosomatic index, nutrition, taurine, tilapia.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de pescado em 2010 foi de 148,5 milhões de toneladas. Destes, 40,3% foram provenientes da aquicultura e o restante da atividade de pesca. No Brasil, a produção de pescado em 2010 foi de 1.264,768 t, destes 37,9% provenientes da aquicultura, segundo FAO (2010), apresentando um crescimento em torno de 15% em relação ao total produzido pela aquicultura em 2009. Segundo boletim estatístico da pesca e aquicultura de 2010 do Ministério da Pesca e Aquicultura, o Brasil produziu 155 mil toneladas de tilápia. Esse número representa mais de 39% do total da piscicultura continental, demonstrando a importância desta espécie para a aquicultura nacional.

A tilápia possui características vantajosas para o cultivo, tais como: plasticidade, rusticidade, precocidade, facilidade de comercialização, facilidade de adaptação às condições adversas de cultivo e filé de alta qualidade. (EL-SAYED, 2006).

O crescimento da tilapicultura intensiva proporcionou maior dependência por rações balanceadas, nutricionalmente completas, em função da redução ao acesso de alimento natural em determinadas condições de cultivo (HISANO e PORTZ, 2007).

A farinha de peixe é considerada a principal fonte de proteína na dieta de organismos aquáticos, por apresentar ótimo valor nutricional e bom perfil de aminoácidos essenciais (PEZZATO *et al.*, 2002). Historicamente é considerada ingrediente padrão em dietas para organismos aquáticos, podendo apresentar diferenças significativas na quantidade e qualidade de seus nutrientes devido à origem da matéria prima e ao processo empregado para sua obtenção (ALLAN *et al.*, 2000).

O elevado aumento da demanda por farinha de peixe, associado a baixa produção global, em torno de seis milhões de toneladas por ano (FAO, 2010) e elevado custo na última década, levou a necessidade de se buscar fonte

alternativa de proteína de qualidade para a nutrição na aquicultura (NGANDZALI *et al.*, 2011).

Por essas e outras razões, os nutricionistas deparam-se com o desafio de produzir dietas economicamente viáveis para a piscicultura e que atendam às exigências de manutenção e produção, substituindo ingredientes importantes nas formulações, como a proteína que tem importância tanto como nutriente e quanto no custo da ração (SUSSEL, 2008).

Neste contexto, o farelo de soja destaca-se como a fonte proteica mais promissora, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo (KAUSHIK *et al.*, 1995; FURUYA *et al.*, 2004). Entretanto, possui diversos fatores antinutricionais, desbalanceamento em aminoácidos sulfurados, baixa palatabilidade (ESPE *et al.*, 2006), menor valor energético e baixos teores de cálcio e fósforo em relação à farinha de peixe (FURUYA *et al.*, 2001) o que torna necessária a suplementação para melhorar o balanceamento de aminoácidos (FURUYA *et al.*, 2004). Grande parte desses fatores negativos são eliminados durante o processo de extrusão das rações, favorecendo ainda mais a sua utilização. (DAVIS e ARNOLD, 2000; GATLIN *et al.*, 2007).

Apesar da grande importância dada aos aminoácidos essenciais, uma alternativa para o aumento da eficiência alimentar é a suplementação com aminoácidos não essenciais, os quais podem trazer benefícios relevantes aos peixes.

A taurina é considerada um aminoácido não essencial, pois os peixes são capazes de sintetizá-la a partir da cistina, sendo que a mesma é encontrada em níveis relativamente altos em produtos de origem animal, mas praticamente inexistente em produtos de origem vegetal (NRC, 2011). Pode ser utilizada de forma a suplementar rações para organismos aquáticos, buscando aumentar a eficiência de utilização dos alimentos e proporcionar melhor desempenho. Este aminoácido é um composto promissor, pois está envolvido em importantes funções fisiológicas no organismo animal e metabólicas como: conjugação de ácidos biliares, detoxificação, estabilização de membrana, osmorregulação, modulação das concentrações de cálcio celular e neuromodulação do sistema nervoso central. (HUXTABLE, 1992; CAÑAS, 2002). E tem-se demonstrado ser condicionalmente indispensável para algumas espécies de peixes carnívoras (TAKEUCHI, 2001).

Por suas características químicas (contém nitrogênio, baixo peso molecular, propriedade acidobásica, estabilidade no tratamento com calor e solubilidade em água), esse aminoácido também pode atuar como estimulador alimentar em peixes e crustáceos (CARR, 1982; COMAN *et al.*, 1996).

Resultados de estudos com diversas espécies de peixes como, linguado-japonês, seriola, cobia, pargo-japonês e truta sugerem que a taurina pode ser condicionalmente essencial na dieta, além disso, respostas positivas a taurina foram observadas em número crescente de espécies marinhas e também de água doce. A capacidade de sintetizar a taurina varia entre as espécies de peixes devido a diferenças na atividade de enzimas que atuam na biossíntese da taurina (GOTO *et al.*, 2003; YOKOYAMA *et al.*, 2001) demonstrando que as espécies de peixes podem responder de forma diferente a presença de taurina em suas dietas.

Além de melhorar o crescimento, a taurina tem sido responsável por desempenhar papéis importantes na redução de doenças nutricionais, como a doença de fígado verde (TAKAGI *et al.*, 2006ab, 2010) e sobre o desempenho reprodutivo dos peixes (MATSUNARI *et al.*, 2006).

Considerando a busca por melhor desempenho produtivo, melhor aproveitamento dos nutrientes, manutenção das condições fisiológicas e de saúde dos animais, aliado a redução do custo de produção e da necessidade de substituição de ingredientes importantes na dieta dos peixes, os estudos demonstram que a utilização da taurina pode ser essencial. As maiores respostas positivas para a suplementação deste aminoácido foram observadas quando a base da ração com farinha de peixe, fonte abundante em taurina, foi parcialmente ou totalmente substituída por alimentos à base de proteína de origem vegetal, em sua maioria pela proteína da soja e esta será uma prática cada vez mais comum na fabricação de rações para peixes, sendo assim, a avaliação e o conhecimento da suplementação de taurina em rações para tilápia-do-nilo mostra-se de extrema importância, fato este que culminou no desenvolvimento deste estudo.

CARACTERIZAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA E SUA UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA PEIXES

A taurina recebeu este nome por ter sido isolada, primeiramente, da bile de touro (*BosTaurus*), em 1827, por Tiedmann e Gmelin (HUXTABLE, 1992; STAPLETON *et al.*, 1998). Sua principal via de biossíntese inclui a oxidação de cistina para ácido cistinossulfínico, com subsequente descarboxilação para hipotaurina e que, por fim, é oxidada à taurina (DENIPOTE *et al.*, 2009). Por não ter RNA mensageiro específico, não é incorporada as proteínas e, portanto, seus níveis plasmáticos não estão associados ao *turnover* proteico (CHIARLA *et al.*, 2000), é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular, principalmente no músculo esquelético, no músculo cardíaco e cérebro (BIRDSALL, 1998; SCHULLER-LEVIS e PARK, 2003).

É conhecida por ser um dos metabólitos finais dos aminoácidos sulfurosos nos mamíferos (KOHASHI *et al.*, 1978; GRIFFITH, 1987; GANONG, 1993). É condicionalmente essencial em humanos, pois suas concentrações plasmáticas diminuem em determinadas situações de estresse metabólico como sepse, traumas e cirurgias (SCHULLER-LEVIS e PARK, 2003).

A cistationinasintase, cistationase e ácido cistinossulfínico descarboxilase (CSAD) são as três principais enzimas envolvidas no processo metabólico e cada uma requer a vitamina B6 como co-fator, assim, a deficiência de vitamina B6 devido à sua baixa ingestão, e também com a presença de drogas antagonistas ou qualquer alteração em seu metabolismo, levam à redução da síntese endógena de taurina, além disso, a atividade da enzima CSAD também é influenciada por outros fatores como sexo e idade (LOURENÇO e CAMILO, 2002). Considerando o estágio de desenvolvimento, os recém-nascidos não são capazes de manter concentrações normais de taurina plasmática e urinária (BIRDSALL, 1998).

Entre as numerosas funções fisiológicas em que está envolvida, a taurina é um composto muito importante no metabolismo de lipídios, pois atua como o único aminoácido conjugador de sais biliares em peixes teleósteos, formando os ácidos taurocólicos e taurochenodeoxicólico (GOTO *et al.*, 1996; KIM *et al.*, 2007), que agem na solubilização ou emulsificação de gorduras, tornando-as mais acessíveis para a digestão (HUXTABLE, 1992;

CHATZIFOTIS *et al.*, 2008). Além disso, possui características de estimulante alimentar (CARR, 1982; COMAN *et al.*, 1996), tornando sua inclusão na dieta recomendável sempre que se busca atingir o desempenho máximo em aquicultura (MARTINEZ *et al.*, 2004).

Os mecanismos pelos quais os efeitos benéficos da taurina no metabolismo animal são alcançados ainda não estão claros, tendo em vista as numerosas e importantes funções fisiológicas nas quais esse composto está envolvido (HUXTABLE, 1992; CAÑAS, 2002; TAKAGI *et al.*, 2006). O efeito promotor de crescimento em peixes, em muitos estudos, está provavelmente relacionado às ações secundárias ou auxiliares da taurina em outros fenômenos biológicos (MARTINEZ *et al.*, 2004; CHATZIFOTIS *et al.*, 2008).

Evidência científica também documenta o efeito estimulante da taurina sobre os órgãos sensoriais do peixe. A taurina quando conjugada para formação de sais biliares, pode estimular o sistema olfativo do Artic Char (*Salvelinus alpinus*) e Grailing (*Thymallus thymallus*) (DOVING *et al.*, 1980) bem como em truta (*Onchorynchus mykiss*) (HARA *et al.*, 1984).

Um número limitado de estudos a respeito da exigência de taurina em peixes tem sido relatado e respostas positivas à suplementação deste aminoácido foram observadas. PARK *et al.* (2002) sugeriram que 1,40% de taurina foi necessário para otimizar o crescimento de juvenis de linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*). Assim, a suplementação de taurina em 1,00% para dietas contendo mais de 60% de farinha de peixe melhorou o crescimento e a eficiência alimentar dos peixes e 1,50% de taurina dietética foi recomendado (KIM *et al.*, 2005). Em estudo subsequente KIM *et al.* (2008) observaram melhoria significativa no desempenho desta mesma espécie quando a dieta foi composta com 1,60% da dieta.

Em savelhas (*Seriola quinqueradiata*), MATSUNARI *et al.*, (2005) observaram uma melhora no crescimento quando o nível de taurina na dieta esteve acima de 1,00% em dietas contendo farinha de peixe e fonte proteica de origem vegetal, enquanto que TAKAGI *et al.* (2006a), estudando esta mesma espécie alimentada com dieta isenta de farinha de peixe, observaram melhora no crescimento apenas quando os níveis de taurina estiveram acima de 3,00%.

TAKAGI *et al.*, (2008), demonstraram que savelhas podem ser criadas por um longo prazo, sem quaisquer anomalias fisiológicas por meio de dietas isentas de farinha de peixe e com base em concentrado proteico de soja, suplementado com 4,50% de taurina, apresentando crescimento comparável aos peixes alimentados com dieta a base de farinha de peixe, demonstrando que este nutriente é essencial em savelhas para manter as condições fisiológicas e de crescimento normal.

A suplementação de taurina em dietas isentas de farinha de peixe e com base em concentrado proteico de soja para alimentação de pargo-japonês (*Pagrus major*) com peso entre 500 gramas, é necessária para a manutenção das condições fisiológicas normais e o desempenho em crescimento (TAKAGI *et al.*, 2010).

A utilização de 0,50% de taurina na dieta dietas contendo farinha de peixe para cobia (*Rachycentron canadum*) resultou em aumento do crescimento e eficiência alimentar em relação às dietas não suplementadas (LUNGER *et al.*, 2007), e não mais de 0,50% de suplementação de taurina foi necessária para o crescimento ideal do pargo-japonês (*Pagrus major*) alimentados com dietas contendo farinha de peixe e ausência concentrado de proteína de soja (TAKAGI *et al.*, 2006b).

GAYLORD *et al.*, (2006), demonstraram que a suplementação com 5,00 g de taurina / kg de ração em dietas baseadas em proteína de origem vegetal é suficiente para aumentar o crescimento em níveis equivalentes aos observados nos peixes alimentados com dietas formuladas com farinha de peixe. Suplementação adicional de taurina não proporcionou aumento de crescimento, indicando que um nível dietético de taurina de 2,00 g / kg de dieta (medidos na dieta basal com farinha de peixe), juntamente com a produção endógena, é suficiente para manter o crescimento e a eficiência alimentar para a referida espécie.

MARTINEZ *et al.*, (2004) observaram que a suplementação entre 0,20 e 0,30% de taurina em rações contendo farinha de peixe e farelo de soja melhorou significativamente o crescimento e o consumo alimentar em robalo-europeu (*Dicentrarchus labrax*).

A suplementação de 2,00 gramas de taurina na dieta melhorou o crescimento de douradas do mar (*Dentex dentex*) quando parte da farinha de peixe foi substituída pelo concentrado proteico de soja (CHATZIFOTIS *et al.*, 2008).

Pampo-da-flórida (*Trachinotus carolinus* L.) apresentaram declínio no índice de conversão alimentar quando alimentados com dieta suplementada com 0,75% de taurina, mostrando também ser necessária a suplementação quando os níveis na dieta apresentarem-se menores do que o requisito mínimo para a espécie (ROSSI e DAVIS, 2012).

KIM *et al.* (2003) observaram que juvenis de linguado japonês (0,40 g de peso) mostrou melhor desempenho de crescimento com a suplementação de taurina na dieta, no entanto nenhuma melhoria no crescimento foi observada em juvenis (15 g) desta mesma espécie.

A exigência de taurina ideal na dieta para juvenis de pargo-japonês (*Pagrus major*) foi estimada em 0,50%, sendo esta suplementação suficiente para melhorar o crescimento e a eficiência alimentar desta espécie, e os níveis de taurina no corpo e no fígado aumentaram de acordo com aumento dos níveis de taurina na dieta, no entanto mais estudos são necessários sobre o papel fisiológico da taurina, incluindo o metabolismo de lipídios em que incidem sobre as fontes de proteína na dieta e sobre o tempo de alimentação (MATSUNARI *et al.*, 2008).

Truta arco-íris têm a capacidade de sintetizar a taurina a partir da cisteína (YOKOYAMA *et al.*, 1997), no entanto não são capazes de produzir as quantidades necessárias para máximo crescimento quando alimentadas com uma dieta destituída de taurina. Linguado-japonês exigem taurina nas dietas, pelo menos quando juvenis, para maximizar a taxa de crescimento (TAKEUCHI, 2001). A capacidade de síntese de taurina para esta espécie pode não ser suficiente de forma a manter os níveis de taurina adequados para atingir taxas de crescimento desejadas em aquicultura comercial, considerando que dietas contendo proteína de origem animal, principalmente farinha de pescado, contêm quantidades significativas de taurina.

A taurina é conhecida por desempenhar papel fisiológico na osmoregulação em peixes e outros animais (SCHAFFER *et al.*, 2000; BUENTELLO e GATLIN, 2002). O papel osmorregulatório de taurina pode ser a razão pela qual o linguado-japonês, cultivado no ambiente marinho apresenta maior demanda por taurina na dieta, pelo menos nos estágios iniciais de crescimento, do que a observada para a truta arco-íris criada em água doce (GAYLORD *et al.*, 2006). A maior demanda do linguado pode estar relacionada pelo fato da atividade da enzima cisteínasulfonato descarboxilase (CSAD) ser menor quando comparado com a truta arco-íris (YOKOYAMA *et al.*, 2001), considerando que GOTO *et al.*, (2001) demonstraram que a atividade relativa de CSAD na truta arco-íris é 13,7 vezes maior comparado a atividade no linguado. Outras espécies de peixes também demonstram potencial bastante divergentes para a atividade da CSAD. DIVAKARAN *et al.* (1992) já havia notado que híbridos de tilápia vermelha apresentaram atividade da enzima CSAD semelhante à dos ratos, já os golfinhos (*Coryphaena hippurus*) não tiveram atividade da enzima CSAD detectada.

Considerando a crescente substituição de ingredientes de origem animal, principalmente farinha de peixe, por fontes de origem vegetal na fabricação de rações para organismos aquáticos, o que implica automaticamente em redução de taurina via ingredientes e avaliando os aspectos fisiológicos referentes a exigência deste aminoácido nas diferentes fases de vida do animal, avaliou-se por meio deste estudo o efeito da suplementação de taurina em rações para tilápia-do-nilo.

OBJETIVO GERAL:

1. Avaliar por meio do desempenho produtivo, índices somáticos e avaliação da carcaça à suplementação de diferentes níveis de taurina em rações para tilápia-do-nilo.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M.A., STONE, D.A.J., ROWLAND, S.J., FRANCES, J. & WARNER-SMITH, R. 2000 Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, 186: 293-310.
- BIRDSALL, T. B. Therapeutic applications of taurine. *Alt. Med. Rev.*, v. 3, n. 2, p. 128-136, 1998.
- BUENTELLO, J. A. and D. M. GATLIN, III. 2002. Preliminary observations on the effects of water hardness on free taurine and other amino acids in plasma and muscle of channel catfish. *North American Journal of Aquaculture* 64:95–102.
- CAÑAS, D.P. 2002 Rol biológico y nutricional de la taurina y sus derivados. *Revista Chilena de Nutrición*, 29(3): 286-292.
- CARR, W.E.S. 1982 Chemical stimulation of feeding behaviour. In: HARA, T.J. *Chemoreception in fishes*. Amsterdam. Elsevier, p. 259-273.
- CHATZIFOTIS, S.; POLEMITOU, I.; DIVANACH, P. et al. Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. *Aquaculture*, v.275, p.201-208, 2008.
- CHIARLA C., GIOVANNINI I., SIEGEL J.H., BOLDRINI G., CASTAGNETO M., the relationship between plasma taurine and other amino acid levels in human sepsis. *J. nutr.* 2000, 130:2222-7
- COMAN, G.J.; SARAC, H.Z.; FIELDER, D.; THORNE, M. 1996 Evaluation of crystalline amino acids, betaine and AMP as food attractants of the giant tiger prawn (*Penaeus monodon*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 113A: 247-253.
- DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R. 2000 Replacement of fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 185: 291–298.
- DENIPOTE, F. G.; PAIVA, S. A. R.; ZORNOFF, L. A. M. Influência da taurina na remodelação cardíaca. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 211-223, abr. 2009.
- DIVAKARAN, S., S. RAMANATHAN, and A. C. OSTROWSKI.1992. Endogenous production of taurine in two teleost fish: *Coryphaena hippurus* and red hybrid tilapia. *Comparative Biochemistry and Physiology*101B:321–322.
- DOVING, K.B., SELSET, R., THOMMESEN, G., 1980. Olfactory sensitivity to bilesalts in salmonid fish. *Acta Physiol. Scand.* 108, 123–131.

- EL-SAYED, A.-F.M. 2006 Tilapia culture. Wallingford, UK: CABI Publishing. chap.8, p.139-159.
- ESPE, M.; LEMME, A.; PETRI, A. et al. Can Atlantic salmon grow on diets devoid of fish meal? *Aquaculture*, v.255, p.255-262, 2006.
- FAO – The State of world Fisheries and Aquaculture 2010. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e01.pdf> acessado em 06 jul. 2012. 2010.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P.R. 2004. Exigência de lisina para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, v.34, n.6, p. 1933-1937.
- FURUYA, W.M.; C. HAYASHI, V.R.B. FURUYA, P.R. NEVES, L.C.R. SILVA, e D. BOTARO. 2001 Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. *Acta Scientiarum* 23: 885-889.
- GANONG, W.F. *Fisiologia Médica*. 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil,1993.
- GATLIN, D.M., BARROWS, F.T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T.G., HARDY, R.W., HERMAN,E., HU, G., KROGDAHL, Å., 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 aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38: 551–579.
- GAYLORD, G.T., TEAGUE, A.M., BARROWZS, F.T., 2006. Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. World Aquac. Soc.* 37, 509–517.
- GOTO, T., MATSUMOTO, T., MURAKAMI, S., TAKAGI, S., HASUMI, F., 2003. Conversion of cysteate into taurine in liver of fish. *Fisheries Science* 69, 216–218.
- GOTO, T., K. TIBA, Y. SAKURADA, and S. TAKAGI. 2001. Determination of hepatic cysteinesulfinatase activity in fish by means of OPA-prelabeling and reverse phase high-performance liquid chromatographic separation. *Fisheries Science* 67:553–555.
- GOTO, T.; UI, T.; UNE, M. et al. 1996 Bile salt composition and distribution of the D-cysteinolic acid conjugated bile salts in fish. *Fisheries Science*, v.62, p.606-609.
- GRIFFITH, O.W., 1987 Mammalian sulphur amino acid metabolism: an overview. In: *Methods in Enzymology* Vol. 143 (ed. by Jakoby, W.B. & Griffith, O.W.), pp. 366±376. Academic Press, New York.

- HARA, T.J., MCDONALD, S., EVANS, R.E., MARUI, T., ARAI, S., 1984. Mechanisms of migration in fishes. In: McCleave, J.D., Arnold, G.P., Dodson, J.J., Neil, W.H.(Eds.), Morpholine, Bile Acids and Skin Mucus as Possible Chemical Cues in Salmonid Homing: Electrophysiological Re-Evaluation. Plenum Press, New York, pp. 363–370.
- HISANO, H.; PORTZ, L. 2007 Redução de custos de produção de ração para tilápia: a importância da proteína. Bahia Agrícola., v.8, n.1, nov.
- HUXTABLE, R.J. 1992 Physiological actions of taurine. *Physiological Reviews*, Tucson, 72(1): 101-163.
- KAUSHIK, S.J., CRAVEDI, J.P., LALLÈS, 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 antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 133: 257–274.
- KIM, S.K., MATSUNARI, H., TAKEUCHI, T., YOKOYAMA, M., FURUITA, H., MURATA, Y. & GOTO, T., 2008. Comparison of taurine biosynthesis ability between juveniles of Japanese flounder and common carp. *Amino Acids*, 35, 161-168.
- KIM, S.K.; MATSUNARI, H.; TAKEUCHI, T. et al. 2007 Effect of different dietary taurine levels on the conjugated bile acid composition and growth performance of juvenile and fingerling Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, v.273, p.595-601.
- KIM, S.K., TAKEUCHI, K.H., AKIMOTO, A., FURUITA, A., YAMAMOTO, T., YOKOYAMA, M. & MURATA, Y., 2005. Effect of taurine supplemented practical diet on growth performance and taurine contents in whole body and tissues of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.*, 71, 627-632.113.
- KIM, S.K., TAKEUCHI, T., YOKOYAMA, M., MURATA, Y., 2003. Effect of dietary supplementation with taurine, β -alanine and GABA on the growth of juvenile and fingerling Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.* 69, 242–248.
- KOHASHI N., YAMAGUCHI K., HOSOKAWA Y., KORI Y., FUJII O. & Ueda I., 1978. Dietary control of cysteine dioxygenase in rat liver. *Journal of Biochemistry* 84, 159±168.
- LOURENÇO, R.; CAMILO, M. E. 2002 Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr. Hosp.*, v. 17, n. 6, p. 262-270.
- LUNGER, A.N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T.G. et al. 2007 Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal

- replacement enhances growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, v.271, p.401-410.
- MARTINEZ, J.B.; CHATZIFOTIS, S.; DIVANACH, P. 2004 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and feed selection of sea bass *Dicentrarchus labrax* fry fed with demand-feeders. *Fisheries Science*, v.70, p.74-79.
- MATSUNARI, H., YAMAMOTO, T., KIM, S.-K., GOTO, T. & TAKEUCHI, T. 2008 Optimum dietary taurine level in casein-based diet for juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science* 74, 347–353. doi: 10.1111/j.1444-2906.2008.01532.x.
- MATSUNARI, H., HAMADA, K., MUSHIAKE, K., TAKEUCHI, T., 2006. Effects of taurine levels in broodstock diet on reproductive performance of yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Fisheries Science* 71, 955–960.
- MATSUNARI, H., TAKEUCHI, T., TAKAHASHI, M. & MUSHIAKE, K., 2005. Effect of dietary taurine supplementation on growth performance of yellowtail juveniles *Seriola quinqueradiata*. *Fish. Sci.*, 71, 1131-1135.
- NGANDZALI, B.O., ZHOU, F., XIONG, W., SHAO, Q.J., XU, J.Z. 2011 Effect of dietary replacement of fish meal by soybean protein concentrate on growth performance and phosphorus discharging of juvenile black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii* *Aquaculture nutrition*, 17: 526-535.
- NRC - National Research Council 2011 Nutrient requirements of fish and shrimp. National Research Council of the National Academies, Washington, DC, USA.
- PARK, G.S., TAKEUCHI, T., SEIKAI, T., YOSHINAGA, T. 2002 Optimal dietary taurine level for growth of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.* 68, 824–829.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. 2002 Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 1595-1604.
- ROSSI, W., DAVIS, D.A., 2012 Replacement of fishmeal with poultry by-product meal in the diet of Florida pompano *Trachinotus carolinus* L., *Aquaculture* (2012), doi:10.1016/j.aquaculture.2012.01.026.
- SCHAFFER, S., TAKAHASHI, K., AZUMA, J., 2000 Role of osmoregulation in the actions of taurine. *Amino Acids* 19, 527–546.
- SCHULLER-LEVIS, G.; PARK, E. 2003 Taurine: new implications for an old amino acid. *FEMS Microbiol. Lett.*, v. 226, n. 2, p. 195-202.

- STAPLETON, P.P., O'FLAHERTY, L., REDMON, H.P., BOUCHIER-HEYES, D.J. 1998 Host defense – a role for de amino acid taurine? J Parenter Enteral Nutr., 1998a; 22:42-8.
- SUSSEL, F.R. A cadeia da tilápia se organiza. In: ANUALPEC 2008: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: AgraFNP, 2008.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., HATATE, H., ENDO, M., YAMASHITA, H., MIYATAKE, H., UKAWA, M., 2010 Necessity of dietary taurine supplementation for preventing green liver symptom and improving growth performance in yearling red sea bream *Pagrus major* fed non-fishmeal diets based on soy protein concentrate. Fisheries Science 119–130.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., ENDO, M., YAMASHITA, H. & UKAWA, M., 2008 Taurine is an essential nutrient for yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fish meal diets based on soy protein concentrate. Aquaculture, 280, 198-205.116 .
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., ICHIKI, T., ENDO, M., HATATE, H., YOSHIDA, T., SAKAI, T., YAMASHITA, H. & UKAWA, M., 2006b. Efficacy of taurine supplementation for preventing green liver syndrome and improving growth performance in yearling red sea bream *Pagrus major* fed low-fishmeal diet. Fish. Sci., 72, 1191-1199.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., HAYASHI, M., HATATE, H., ENDO, M., YAMASHITA, H. & UKAWA, M. 2006a. Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. Fish. Sci., 72, 546-555.
- TAKAGI, S.; MURATA, H.; GOTO, T. 2006 Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. Fisheries Science, v.72, p.546-555.
- TAKEUCHI, T., G. S. PARK, T. SEIKAI, AND M. YOKOYAMA. 2001. Taurine content in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* T. & S. and red sea bream *Pagrus major* T. & S. during the period of seed production. Aquaculture Research 32:244–248.
- YOKOYAMA, M., TAKEUCHI, T., PARK, G. & NAKAZOE, J., 2001. Hepatic cysteinesulphinatase decarboxylase activity in fish. Aquacult. Res., 32, 216-220.
- YOKOYAMA, M., M. KANENIWA, AND M. SAKAGUCHI. 1997. Metabolites of L-[35S] cysteine injected into the peritoneal cavity of rainbow trout. Fisheries Science 63:799–801.

**CAPÍTULO 01 – SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES
PARA LARVAS DE TILÁPIA-DO-NILO**

(Artigo redigido nas normas do Journal of the World Aquaculture Society)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de larvas de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com ração contendo diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina. O experimento foi realizado no laboratório de nutrição de peixes do Instituto de Pesca de São José do Rio Preto – SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. Para a avaliação dos parâmetros foram utilizados 750 larvas de tilápia-do-nylo, linhagem GIFT, com peso inicial médio de 0,001 grama, distribuídas em 30 aquários de PVC, com capacidade para 310L em sistema fechado de recirculação de água e controle de parâmetros de qualidade de água. Para a alimentação dos peixes foram formuladas cinco rações a base de proteína de origem vegetal suplementadas com níveis de 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80% de taurina, uma ração comercial e uma ração controle, isenta de suplementação do aminoácido taurina. Os ingredientes foram devidamente misturados e então extrusados e moídos novamente a fim de obter uma ração em pó, adequada para a fase de larvas. A alimentação foi fornecida à vontade, até a aparente saciedade, não permitindo que houvesse sobras. O período experimental foi de 60 dias, sendo que ao final deste realizou-se a biometria individual. As variáveis avaliadas foram ganho em peso (GP), comprimento final (CF), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, P=0,05). Não foram observadas diferença estatística (P<0,05) para as variáveis de desempenho produtivo avaliadas, portanto conclui-se que a suplementação de taurina nos níveis estudados não alterou o desempenho de larvas de tilápia-do-nylo.

PALAVRAS-CHAVE

Aminoácido, desempenho, nutrição, taurina, tilápia

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial, aumentou-se também a demanda por alimentos proteicos (GONÇALVES, 2008). O pescado é alimento considerado de alta qualidade proteica, com boa digestibilidade e baixo valor calórico (MACEDO-VIEGAS *et al.*, 2000), além de ser fonte de minerais e vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos poli-insaturados, especificamente os da série ômega-3 (RAMOS e RAMOS, 2005).

A produção mundial da aquicultura cresceu a uma taxa média anual de 8,2% entre os anos de 1970 a 2010 (FAO, 2012). Por outro lado, o grande esforço de pesca tem levado a redução dos estoques pesqueiros, restringindo o acesso da população humana a um alimento de alto valor nutricional (NAYLOR *et al.*, 2000).

Para suprir a demanda por alimento, a criação de tilápia se apresenta há alguns anos, como atividade promissora, já que têm alcançado os mais altos índices de crescimento em águas continentais brasileiras. Embora existam diversas outras espécies com potencial para aquicultura (GODINHO, 2007), o grupo das tilápias alcançou mais de 155 mil toneladas em 2010, o que representa valores acima de 39% da produção brasileira proveniente da aquicultura continental (MPA, 2010).

Claramente, a nutrição desempenha um papel primordial na prática bem sucedida da aquicultura, especialmente durante a larvicultura. Embora o desenvolvimento morfológico seja determinado principalmente pela genética, processos de controle fisiológicos críticos podem ser fortemente influenciados pela dieta (CAHU e ZAMBOLINO-INFANTE, 2001; PERES *et al.*, 1998). Por exemplo, a alimentação inadequada pode atrasar e comprometer fases do desenvolvimento larval, resultando em deficiência em crescimento, má formação e, finalmente, a morte (YÚFERA e DARIAS, 2007).

A farinha de peixe (FP) é um importante ingrediente para a aquicultura pelo seu alto conteúdo proteico, excelente perfil de aminoácidos, alta digestibilidade dos nutrientes e, em

geral, não possui fatores antinutricionais (GATLIN *et al.*, 2007). No entanto, de acordo com FURUYA e FURUYA (2010) a produção global de farinha de peixe já não atende à demanda para confecção das rações para organismos aquáticos. Além da baixa disponibilidade, deve-se considerar também o alto custo do produto. Desta maneira, este elevado preço praticado pelas indústrias de FP e sua qualidade, vem se tornando assunto de grande interesse por parte dos pesquisadores, os quais constantemente buscam ingredientes alternativos que permitam a produção de rações economicamente viáveis para a obtenção de peixes com preços compatíveis ao mercado consumidor (GONÇALVES, 2007).

O farelo de soja (FS) é um ingrediente muito utilizado em dietas experimentais na aquicultura (ALVAREZ *et al.*, 2007; AMAYA *et al.*, 2007), entretanto, possui fatores antinutricionais, baixa palatabilidade e deficiência em alguns aminoácidos (metionina) e ácidos graxos essenciais (ácido eicosapentóico e ácido docosaheptanóico). Muitos estudos vêm demonstrando resultados promissores na utilização de farelo de soja na nutrição de organismos aquáticos quando as limitações em aminoácidos são suplementadas (LIM *et al.*, 2004).

Os fatores antinutricionais não prejudicam a utilização do FS nas rações para peixe devido às altas temperaturas em que as batidas são cozidas no momento da extrusão das rações, eliminando assim, boa parte destes fatores (DAVIS e ARNOLD, 2000; GATLIN *et al.*, 2007).

Apesar da grande importância dada aos aminoácidos essenciais, uma alternativa para o aumento da eficiência alimentar é a suplementação das rações com aminoácidos não essenciais, os quais podem trazer benefícios relevantes aos peixes.

A taurina ou ácido 2-aminoetanossulfônico é um aminoácido entre os mais abundantes constituintes orgânicos de baixo peso molecular de tecidos animais, ela sozinha é responsável por aproximadamente 0,1% do peso total do corpo nos seres humanos e embora

muitas vezes considerada um aminoácido (AA), a taurina não tem um grupo carboxilo e não foi incorporada em proteínas, em vez disso, a taurina é distribuída gratuitamente por todo citoplasma, e é particularmente acumulada nos tecidos, desempenha um papel vital em muitas funções biológicas importantes tais como a conjugação de sais biliares, osmoregulação, estabilização da membrana, modulação de neurotransmissores, antioxidação e desenvolvimento precoce de sistemas visuais, neuronais e musculares (HUXTABLE, 1992). Por suas características químicas (contém nitrogênio, baixo peso molecular, propriedade acidobásica, estabilidade no tratamento com calor e solubilidade em água), esse aminoácido também pode atuar como estimulador alimentar em peixes e crustáceos (CARR, 1982; COMAN *et al.*, 1996).

Vários estudos têm demonstrado os efeitos benéficos da taurina na dieta, tanto para alevinos (MARTINEZ *et al.*, 2004; GAYLORD *et al.*, 2006; LUNGER *et al.*, 2007; MATSUNARI *et al.*, 2008) como também durante a larvicultura (CONCEIÇÃO *et al.*, 1997; CHEN *et al.*, 2005). Estes autores relataram uma correlação positiva entre o teor de taurina com o crescimento e sobrevivência, o que sugere que a taurina pode ser condicionalmente essencial para determinadas espécies de peixes (LI *et al.*, 2009), além de apresentar significativa importância fisiológica para o desenvolvimento de embriões de peixes (STURMAN, 1993)

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca – Centro Avançado do Pescado Continental, São José do Rio Preto-SP. Foram utilizados setecentos e cinquenta larvas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem GIFT com peso inicial médio de 0,001 grama provenientes da empresa Peixe Vivo®, em Santa Fé do Sul – SP. As larvas foram obtidas de um lote de peixes as quais permaneceram acondicionadas em tanque de 1.000 litros com recirculação de água e aquecimento pelo

período de sete dias para adaptação ao sistema experimental. Após este período foram previamente contadas, pesadas e distribuídas nas unidades experimentais.

Foram utilizadas seis rações (Tabela 01), a controle sem suplementação de taurina, uma ração comercial e quatro rações formuladas com diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina, (0,20; 0,40; 0,60 e 0,80%), sendo este aminoácido industrial com 99,85% de princípio ativo.

Tabela 01. Composição percentual e química das rações experimentais suplementadas com quatro diferentes níveis de taurina para larvas de tilápia.

Ingrediente	Controle	Suplementação Taurina			
		0,20%	0,40%	0,60%	0,80%
Farelo de Soja 46	71,41	71,21	71,01	70,81	70,61
Protenose	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Levedura de cana	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78
Óleo de Soja	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Vitamina C 35% (mg)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Clor. de Colina 70%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Lisina	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
L-Treonina	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-Metionina	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Taurina	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80
Oxynyl Dry ¹	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Adsorvente de micoto	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fylax ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Supl. Vit. e Min. ³	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutriente					
Umidade (%)	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82
Energia Digestível (Kcal/kg)	3233,00	3240,00	3240,00	3240,00	3240,00
Proteína Digestível (%)	36,34	36,40	36,40	36,40	36,40
Proteína Bruta (%)	40,99	41,00	41,00	41,00	41,00
Extrato Etéreo (%)	6,01	6,00	6,00	6,00	6,00
Fibra Bruta (%)	4,83	4,90	4,90	4,90	4,90
Cinzas (%)	9,88	9,90	9,90	9,90	9,90
Cálcio (%)	1,41	1,40	1,40	1,40	1,40
Fósforo (%)	1,33	1,35	1,35	1,35	1,35
Amido (%)	14,48	14,50	14,50	14,50	14,50
Fósforo Disponível (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Arginina (%)	2,59	2,60	2,60	2,60	2,60
Lisina (%)	2,83	2,85	2,85	2,85	2,85
Metionina + Cistina (%)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Treonina (%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Triptofano (%)	0,49	1,50	1,50	1,50	1,50
Metionina (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Taurina (%)	-	0,20	0,40	0,60	0,80
Vitamina C (mg)	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00

¹Antioxidante; ²Antifúngico; ³Composição do Premix: níveis de garantia por kg do produto: Vit. A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000,000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 800,000 mg; Ác. Nicotínico= 100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.

Para a formulação das rações, foram utilizados alimentos convencionais, exclusivamente de origem vegetal e levedura, com base nos valores digestíveis, de forma a se apresentarem isoproteicas, isoenergéticas, isofosfóricas, isocalcíticas, níveis semelhantes de fibra e variação apenas na suplementação do aminoácido taurina.

Todos os alimentos utilizados nas rações foram adquiridos comercialmente, moídos em moinho de facas, para a obtenção de partículas com diâmetro médio entre 0,6 e 0,8mm. Depois de misturados e devidamente homogeneizados e foram extrusados por meio de extrusora comercial Exteec com capacidade para extrusão de 15kg/h e moídos novamente afim de obter granulometria de partículas condizente com a habilidade de captura e ingestão do alimento pela larva.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. O sistema experimental foi constituído por 30 aquários circulares com capacidade para 310 litros cada em sistema fechado de recirculação de água, com controle de temperatura, luminosidade, sistema de aeração, filtragem física e biológica. Setecentos e cinquenta larvas de tilápia foram distribuídos nas unidades experimentais, na densidade de 25 larvas por aquário.

A temperatura da água foi aferida diariamente com o auxílio de termômetro de bulbo com escala de 0 a 100°C e termostato digital para a manutenção da temperatura da água. As variáveis de pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito foram verificadas semanalmente com uso de peagâmetro, oxímetro e testes químicos utilizados para aquarofilia, respectivamente.

A alimentação foi fornecida à vontade durante os sessenta dias de duração do período experimental. A frequência de arraçoamento foi de oito vezes ao dia, até a aparente saciedade, não permitindo que houvesse sobras, de forma a possibilitar a máxima ingestão.

Ao final do período experimental os peixes foram anestesiados em Eugenol[®] (solução 5,0%) na proporção de 1,0 ml/L de água, em seguida procedeu-se a biometria individual para avaliação dos parâmetros: ganho em peso (GP), ganho em peso diário (GPD), comprimento final (CF), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE).

Os resultados dos parâmetros avaliados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de qualidade de água monitorados e suas variações foram: pH (6,31±0,03), temperatura (26,5±1,20 °C), oxigênio dissolvido (5,8±0,4 mg/l), nitrito (0,20±0,7 mg/l) e amônia (0,28±0,13 mg/l). Tais parâmetros mantiveram-se estáveis e em níveis adequados para o bem estar da espécie em estudo recomendados por BOYD e TUCKER, (1998). Na tabela 02 encontram-se os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho produtivo.

Tabela 02. Valores de desempenho produtivo de larvas de tilápia alimentadas com diferentes níveis de suplementação de taurina e uma ração comercial.

Variável	Ração	Tratamento					CV
	Comercial	0,000%	0,200%	0,400%	0,600%	0,800%	
Peso inicial (g)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
Peso final (g)	0,323	0,327	0,282	0,328	0,330	0,313	5,758
Ganho em peso (g)	0,322	0,326	0,281	0,327	0,329	0,312	5,776
Ganho em peso diário (g)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	5,776
Comprimento final (cm)	8,983	9,156	8,884	9,242	9,056	9,072	1,389
Consumo de ração (g)	0,234	0,222	0,198	0,229	0,228	0,224	5,646
CAA ^a	0,732	0,682	0,714	0,705	0,695	0,720	2,501
TCE ^b (%)	9,602	9,599	9,355	9,639	9,651	9,559	1,142

*Coeficiente de Variação, ^aconversão alimentar aparente, ^btaxa de crescimento específica.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos, sendo os valores obtidos com o consumo das diferentes rações, muito próximos. Desta forma

podemos afirmar que a suplementação de taurina não afetou o desenvolvimento das larvas de tilápia, mantendo o mesmo desenvolvimento das larvas alimentadas com a ração comercial, contendo apenas níveis de taurina provenientes dos ingredientes de origem animal, principalmente os que constam na farinha de peixe.

Embora não tenha sido observada diferença no desempenho entre os tratamentos, os peixes alimentados com as rações experimentais, formuladas estritamente a base de proteína vegetal, apresentaram resultados semelhantes aos peixes que consumiram a ração comercial, a qual continha farinha de origem animal, demonstrando assim a boa aceitação da tilápia pelas rações a base de proteína vegetal, corroborando com KUBARIK, (1997), que afirma a vantagem de se trabalhar com espécies onívoras, como a tilápia, é que estas possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de dietas com elevadas percentagens de ingredientes vegetais, pois utilizam melhor os carboidratos.

Considerando o normal desenvolvimento das larvas alimentadas com rações a base de proteína vegetal, podemos idealizar que com a devida suplementação de aminoácidos na dieta, a inclusão da farinha de peixe pode tornar-se desnecessária para esta espécie, corroborando com LIM *et al.*, (2004) que afirma que muitos estudos vêm demonstrando resultados promissores na utilização de farelo de soja na nutrição de organismos aquáticos quando as limitações em aminoácidos são suplementadas. RIBEIRO, (2012) também conclui ser possível substituir totalmente a farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja (SPC) em rações para alevinos de tilápia-do-nilo, cuja formulação tenha esses dois ingredientes como fornecedores de 50,0% da proteína total da ração. Sua utilização em formulações de rações comerciais pode ser uma alternativa, pois o SPC demonstrou ser viável nutricionalmente e economicamente.

Este estudo demonstrou que a suplementação com taurina não proporcionou crescimento superior as rações comerciais, no entanto, vários estudos com outras espécies de peixes têm determinado que a taurina na dieta apresenta efeito positivo sobre o crescimento e desenvolvimento dos peixes (MARTINEZ *et al.*,2004; KIM *et al.*,2005; LI *et al.*,2009;MATSUNARI *et al.*,2005; TAKEUCHI, 2001), no entanto, existe pouca informação disponível sobre o papel nutricional e se a taurina atua durante o desenvolvimento das larvas de peixes (SALZE *et al.*,2011).

CONCLUSÃO

A suplementação de taurina nos níveis estudados não alterou o desempenho de larvas de tilápia-do-nilo. O desempenho produtivo dos peixes alimentados com as rações experimentais, estritamente a base de proteína vegetal e suplementadas com taurina, apresentaram desenvolvimento semelhante aqueles alimentados com ração comercial.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, J.S., HERNÁNDEZ-LLAMAS, A., GALINDO, J., FRAGA, I., GARCÍA, T., VILLARREAL, H., 2007 Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti*. *Aquaculture Research* 38:689–695.
- AMAYA, E., DAVIS, D.A., ROUSE, D. 2007 Replacement of fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262: 393–401.
- BOYD, C.E. and C.S. TUCKER, 1998 *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer . Academic Publishers, Boston, Massachusetts, 700 p.
- CAHU, C.L., ZAMBONINO-INFANTE, J.L., 2001 Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture* 200, 161 – 180.
- CARR, W.E.S. 1982 Chemical stimulation of feeding behaviour. In: HARA, T.J. *Chemoreception in fishes*. Amsterdam. Elsevier, p. 259-273.
- CHEN, J.-N., TAKEUCHI, T., TAKAHASHI, T., TOMODA, T., KOISO, M. & KUWADA, H. 2005 Effect of rotifers enriched with taurine on growth in larvae of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 71, 342–347.
- COMAN, G.J.; SARAC, H.Z.; FIELDER, D.; THORNE, M. 1996 Evaluation of crystalline amino acids, betaine and AMP as food attractants of the giant tiger prawn (*Penaeus monodon*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 113A: 247-253.
- CONCEICAO, L. E. C., VAN DER MEEREN, T., VERRETH, J. A. J., EVJEN, M. S., HOULIHAN, D. F. & FYHN, H. J. 1997 Amino acid metabolism and protein turnover in larval turbot *Scophthalmus maximus* fed natural zooplankton or Artemia. *Marine Biology* 129, 255–265.
- DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R. 2000 Replacement of fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 185: 291–298.
- FAO – The State of world Fisheries and Aquaculture, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>.
- FURUYA, W.M., FURUYA, V.R.B. 2010 Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 88 - 84.
- GATLIN, D.M., BARROWS, F.T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T.G., HARDY, R.W., HERMAN, E., HU, G., KROGDAHL, Å., 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 aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38: 551–579.

- GAYLORD, G.T., TEAGUE, A.M., BARROWZS, F.T., 2006. Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aquac. Soc. 37, 509–517.
- GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.
- GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. 2008 Tendência do consumo de pescado na cidade de Porto Alegre: um estudo através de análise de correspondência. Estudos Tecnológicos, v. 4, n. 1 p. 21-36.
- GONÇALVES, G.S. Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo. 2007 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de aquicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista, 2007.
- HUXTABLE, R.J. 1992 Physiological actions of taurine. Physiological Reviews, Tucson, 72(1): 101-163.
- KIM, S.-K., TAKEUCHI, T., YOKOYAMA, M., MURATA, Y., KANENIWA, M., SAKAKURA, Y., 2005 Effect of dietary taurine levels on growth and feeding behavior of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture 250, 765–774.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. Feed International, v.6, p.16-18, 1997.
- LI, P., MAI, K., TRUSHENKI, J. & WU, G. 2009 New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acids 37, 43–53.
- LIM, S.R., CHOI, S.M., WANG, X.J., KIM, K.W., SHIM, I.S., MIM, T.S., BAI, S.C. 2004 Effects of dehulled soybean meal as a fish meal replacer in diets for fingerling and growing Korean rockfish *Sebastes schlegeli*. Aquaculture 231: 457–468.
- LUNGER, A.N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T.G. et al. 2007 Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, v.271, p.401-410.
- MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; BORBA, M. R.; ARAÚJO, M. C.; VAZ, M. M. e DIAS, M. T. 2000 Aspectos mercadológicos de pescados e derivados em algumas cidades das regiões sul e sudeste do Brasil. Infopesca Internacional, v. 6, p. 13-22.
- MARTINEZ, J.B.; CHATZIFOTIS, S.; DIVANACH, P. 2004 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and feed selection of sea bass *Dicentrarchus labrax* fry fed with demand-feeders. Fisheries Science, v.70, p.74-79.
- MATSUNARI, H., YAMAMOTO, T., KIM, S.-K., GOTO, T. & TAKEUCHI, T. 2008 Optimum dietary taurine level in casein-based diet for juvenile red sea bream

- Pagrus major*. Fisheries Science 74, 347–353. doi: 10.1111/j.1444-2906.2008.01532.x.
- MATSUNARI, H., TAKEUCHI, T., TAKAHASHI, M., MUSHIAKE, K., 2005 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance of yellowtail juveniles *Seriola quinqueradiata*. Fisheries Science 71, 1131–1135.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA 2010 Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil.
- 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.
- PERES, A., ZAMBONINO-INFANTE, J.L., CAHU, C., 1998 Dietary regulation of activities and MRNA levels of trypsin and amylase in sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. Fish Physiol. Biochem. 19, 145 – 152.
- RAMOS, S.; RAMOS, M. E. M. 2005 Dieta e risco cardiovascular: ômega 3, óleo de oliva, oleaginosas, o que é fato? Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul, v. 6.
- RIBEIRO, M.J.P. Concentrado proteico de soja em rações para tilápia do nilo. 2012 50f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) – Instituto de Pesca - APTA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento/SP, 2012.
- SALZE, G., CRAIG, S.R., SMITH, E.P., MCLEAN, E., 2011 Dietary taurine enhances growth and digestive enzyme activities in larval cobia. Aquaculture 362–363.
- SAS (Statistical Analysis Systems Institute) 1995 User’s guide, version 6. 4 ed., Cary: SAS®/STAT, SAS Institute, 365p.
- STURMAN JA 1993 Taurine in development. Physiol Rev 73:119–147.
- TAKEUCHI, T., G. S. PARK, T. SEIKAI, AND M. YOKOYAMA. 2001 Taurine content in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* T. & S. and red sea bream *Pagrus major* T. & S. during the period of seed production. Aquaculture Research 32:244–248.
- YÚFERA, M., DARIAS, M.J., 2007 The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. Aquaculture 268, 53–63.

**CAPÍTULO 02 – SUPLEMENTAÇÃO DO AMINOÁCIDO TAURINA EM RAÇÕES
PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO *Oreochromis niloticus***

(Artigo está redigido nas normas da Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com ração contendo diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina. O experimento foi realizado no laboratório de nutrição de peixes do Instituto de Pesca de São José do Rio Preto – SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Para a avaliação dos parâmetros foram utilizados 300 juvenis de tilápia-do-nylo, linhagem GIFT, com peso inicial de $23,5 \pm 2,5$, distribuídos em 25 aquários de PVC, com capacidade para 310L em sistema fechado de recirculação de água e controle de parâmetros de qualidade de água. O período experimental foi de 68 dias. Para a alimentação dos peixes foram formuladas cinco rações a base de proteína de origem vegetal, sendo uma controle, isenta de suplementação do aminoácido taurina, e outras quatro rações suplementadas com os níveis de 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80%. Os ingredientes foram devidamente misturados e então extrusados para a obtenção de peletes de dois milímetros. A alimentação foi fornecida à vontade, até a aparente saciedade, não permitindo que houvesse sobras. O período experimental foi de 68 dias, sendo que ao final os peixes foram anestesiados e, logo após, realizou-se a biometria individual. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $P=0,05$) e quando observado diferença estatística estes foram submetidos ao teste de comparação de médias, por meio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1995) e análise de regressão linear simples pelo programa Bioestat. A suplementação de taurina em dietas para juvenis de tilápia interferiu no desempenho produtivo, demonstrando melhora ($P<0,05$) para a conversão alimentar nos peixes suplementados com 0,20% do aminoácido. Os tratamentos suplementados com níveis superiores também demonstraram efeito sobre o índice hepatossomático, matéria mineral na carcaça e extrato etéreo no fígado.

PALAVRAS-CHAVE

Aminoácido, índice hepatossomático, nutrição, taurina, tilápia

INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado em 2010 foi de 148,5 milhões de toneladas. Destes, 40,3% provenientes da aquicultura e o restante da pesca. No Brasil, a produção de pescado foi de 1.264,768 t, destes 37,9% provenientes da aquicultura (FAO, 2012), apresentando um crescimento em torno de 15% em relação ao total produzido pela aquicultura em 2009. Segundo informações do Ministério da Pesca e Aquicultura, em 2010, o Brasil produziu 155 mil toneladas de tilápia. Esse número representa mais de 39% do total da piscicultura continental, demonstrando a importância desta espécie para a aquicultura nacional.

A farinha de peixe (FP) apresenta elevado conteúdo de proteína com adequado balanceamento de aminoácidos, constituindo-se ainda como fonte de minerais, vitaminas e de energia digestível (FURUYA *et al.*, 2001). Pelo seu elevado custo, têm-se avaliado fontes alternativas de proteína.

Desta maneira, este elevado preço praticado pelas indústrias de FP e sua qualidade, vem se tornando assunto de grande interesse por parte dos pesquisadores, os quais constantemente buscam ingredientes alternativos que permitam a produção de rações economicamente viáveis para a obtenção de peixes com preços compatíveis ao mercado consumidor (GONÇALVES, 2007).

Muitos estudos vêm demonstrando resultados promissores na utilização de farelo de soja na nutrição de organismos aquáticos quando as limitações em aminoácidos são suplementadas (LIM *et al.*, 2004).

A taurina é considerada um aminoácido não essencial, pois os peixes são capazes de sintetizá-la a partir da cistina, sendo que a mesma é encontrada em níveis relativamente altos em produtos de origem animal, mas praticamente inexistente

em produtos de origem vegetal (NRC, 2011). Pode ser utilizada de forma a suplementar rações para organismos aquáticos, buscando aumentar a eficiência de utilização dos alimentos e proporcionar um melhor desempenho. Este aminoácido é um composto promissor, pois está envolvido em importantes funções fisiológicas no organismo animal (HUXTABLE, 1992; CAÑAS, 2002). Por suas características químicas também pode atuar como estimulador alimentar em peixes e crustáceos (CARR, 1982; COMAN *et al.*, 1996).

Estudos a respeito da exigência de taurina em peixes têm sido relatados e respostas positivas à suplementação de taurina foram observadas em linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*) (PARK *et al.*, 2002; KIM *et al.*, 2005a; KIM *et al.*, 2005b), seriola (*Seriola quinqueradiata*) (MATSUNARI *et al.*, 2005; TAKAGI *et al.*, 2006a; TAKAGI *et al.*, 2008), cobia (*Rachycentron canadum*) (LUNGER *et al.*, 2007), pargo (*Pagrus major*) (TAKAGI *et al.*, 2006b), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (GAYLORD *et al.*, 2006), robalo-europeu (*Dicentrarchus labrax*) (MARTINEZ *et al.*, 2004), Dourada do mar (*Dentex dentex*) (CHATZIFOTIS *et al.*, 2008), pampo da Flórida (*Trachinotus carolinus* L.) (ROSSI e DAVIS, 2012), sugerindo que a taurina pode ser essencial na dieta.

Diante das informações apresentadas, a pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de diferentes níveis do aminoácido taurina em rações para juvenis de tilápia-do-nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca – Centro Avançado do Pescado Continental, São José do

Rio Preto-SP. Foram utilizados trezentos juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem GIFT com peso inicial médio de $23,50 \pm 2,50$ g, invertidos sexualmente para macho, provenientes da empresa Peixe Vivo[®], em Santa Fé do Sul – SP. Os juvenis foram obtidos de um lote de peixes os quais permaneceram acondicionados em um tanque com capacidade para 1.000L com recirculação de água e aquecimento por um período de sete dias para adaptação ao sistema experimental. Após este período foram previamente classificados, contados, pesados e distribuídos nas unidades experimentais, onde permanecerão por 68 dias que foi o período experimental.

Foram formuladas cinco rações (Tabela 01) sendo uma controle isenta de suplementação do aminoácido taurina e outras quatro rações com diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina, (0,20; 0,40; 0,60 e 0,80%), sendo este aminoácido industrial com 99,85% de princípio ativo.

Tabela 01. Composição percentual e química das rações experimentais suplementadas com quatro diferentes níveis de taurina para juvenis de tilápia.

Ingrediente	Controle	Suplementação Taurina			
		0,20%	0,40%	0,60%	0,80%
Milho	8,00	7,80	7,60	7,40	7,20
Farelo de Soja	67,78	67,78	67,78	67,78	67,78
Protenose	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Levedura de cana	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Quirera de arroz	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73
Óleo de Soja	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Clor. de Colina 70%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Lisina	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
L-Treonina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
DL-Metionina	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Taurina	-	0,20	0,40	0,60	0,80
Oxinyl Dry ¹	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Adsorvente de micotoxina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fylax ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Supl. Vit. e Min. ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Umidade (%)	9,51	9,51	9,51	9,51	9,51
Energia Digestível (Kcal/kg)	3217,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Proteína Digestível (%)	32,44	32,40	32,40	32,40	32,40
Proteína Bruta (%)	36,70	36,50	36,50	36,50	36,50
Extrato Etéreo (%)	4,30	4,00	4,00	4,00	4,00
Fibra Bruta (%)	3,75	3,00	3,00	3,00	3,00
Cinzas (%)	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58
Cálcio (%)	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Fósforo (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Amido (%)	21,62	21,00	21,00	21,00	21,00
Fósforo Disponível (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Arginina (%)	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
Lisina (%)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Metionina + Cistina (%)	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Treonina (%)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Triptofano (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Metionina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Taurina (%)	-	0,20	0,40	0,60	0,80
Vitamina C (mg)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00

¹Antioxidante; ²Antifúngico; ³Composição do Premix: níveis de garantia por kg do produto: Vit. A=12.000,00 UI/kg; Vit. D3= 3.000,000 UI/kg; Vit. E= 150,0 mg; Vit. K3= 15,00 mg; Vit. B1= 20,00 mg; Vit. B2= 20,00 mg; Vit. B6= 17,50mg; Vit. B12= 40,00 mcg; Vit. C= 300,000 mg; Ác. Nicotínico= 100,00 mg; Pant. Cálcico= 50,00 mg; Biotina= 1,00 mg; Ác. Fólico= 6,00 mg; Antioxidante= 25,00 mg; S. Cobre= 17,50 mg; S. Ferro= 100,00 mg; S. Manganês= 50,00 mg; S. Zinco= 120,00 mg; I. Cálcio= 0,80 mg; S. Sódio= 0,50 mg; S. Cobalto= 0,40 mg; Inusitol= 125,00 mg; Colina= 500,00.

Para a formulação das rações, foram utilizados alimentos convencionais, exclusivamente de origem vegetal e levedura, com base nos valores digestíveis, de forma a se apresentarem isoproteicas, isoenergéticas, isofosfóricas, isocalcíticas, níveis semelhantes de fibra e variação apenas na suplementação do aminoácido taurina.

Todos os alimentos utilizados nas rações foram adquiridos comercialmente, moídos em moinho de facas, para a obtenção de partículas com diâmetro médio entre 0,6 e 0,8mm. Após misturados e devidamente homogeneizadas foram extrusados em peletes de 2,0 milímetros por meio de extrusora comercial Exteec com capacidade para extrusão de 15kg/h.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. O sistema experimental foi constituído de 25 aquários circulares com capacidade para 310 litros cada em sistema fechado de recirculação de água, com controle de temperatura, luminosidade, sistema de aeração, filtragem física e biológica. Trezentos juvenis de tilápia foram distribuídos nas unidades experimentais, na densidade de 12 peixes por aquário.

A alimentação foi fornecida à vontade, até a aparente saciedade, não permitindo que houvesse sobras, na frequência de oito vezes ao dia, de forma a possibilitar a máxima ingestão. O período experimental foi de 68 dias. Semanalmente foi realizado o monitoramento de qualidade de água (pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito) e quinzenalmente a limpeza do fundo dos aquários por meio de sifonagem e reabastecimento de 30,0% do volume de água total.

Ao final do período experimental os peixes foram anestesiados em Eugenol[®] (solução 5,0%) na proporção de 1,0 ml/L de água, em seguida procedeu-se a biometria individual para avaliação dos parâmetros: ganho em peso (GP), ganho em peso diário (GPD), comprimento final (CF), sobrevivência (SOB), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE).

Após a avaliação dos parâmetros de desempenho, cinco peixes de cada tratamento foram eutanasiados para a análise das vísceras, índices somáticos: índice hepatossomático [IHS = (peso do fígado/peso do peixe) * 100], índice viscerossomático [IVS = (peso das vísceras/peso do peixe) *100], índice lipossomático [ILS = peso da gordura/peso do peixe) *100] e índice gordurosomático [IGS = peso da gordura/peso das vísceras) *100 e bromatologia da carcaça e do fígado, este para quantificação especificamente do extrato etéreo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, P=0,05) e quando observado diferença estatística estes foram submetidos ao teste de comparação de médias, Tuckey por meio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1995) e análise de regressão linear simples pelo programa Bioestat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de qualidade de água monitorados e suas variações foram: pH (6,34 a 7,04), temperatura (25,4 a 27,6 °C), oxigênio dissolvido (4,9 a 5,8mg/l), nitrito (0,16 a 0,34mg/l) e amônia (0,19 e 0,43mg/l). Os parâmetros

mantiveram-se estáveis e em níveis adequados para o bem estar da espécie em estudo como recomendado por BOYD e TUCKER , (1998).

Na tabela 02 encontram-se os resultados obtidos para as variáveis estudadas.

Tabela 02. Valores de desempenho produtivo e índices somáticos de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação de taurina.

Variável	Tratamento					CV*	Regressão
	0,00%	0,20%	0,40%	0,60%	0,80%		
Peso inicial (g)	23,50	25,40	24,00	24,10	24,00	2,94	
Peso final (g)	144,72	160,20	156,74	156,20	148,90	4,13	
Ganho em peso (g)	121,22	134,80	132,74	132,10	124,90	4,49	
Ganho em peso diário (g)	1,78	1,98	1,95	1,94	1,84	4,49	
Comprimento final (cm)	19,35	20,14	20,11	20,15	19,79	1,75	
Sobrevivência (%)	100,00	100,00	98,00	100,00	100,00	0,90	
Consumo de ração (g)	152,91	134,47	149,31	148,19	150,2	4,92	
CAA ¹	1,26 ^a	0,99 ^b	1,13 ^a	1,12 ^a	1,20 ^a	8,88	
TCE ² (%)	2,67	2,71	2,75	2,75	2,68	1,38	
Índice hepatossomático (IHS)	2,64 ^b	2,57 ^b	2,90 ^{ab}	3,23 ^a	3,22 ^a	10,68	$y=2,54+0,9260x$ ($R^2=0,1754$)
Índice viscerossomático (IVS)	10,26	10,92	10,82	10,57	10,79	2,47	
Índice lipossomático (ILS)	1,67	1,37	1,70	1,34	1,39	0,18	
Índice gordurosomático (IGS)	16,09	12,79	15,72	12,63	12,49	1,80	

*Coeficiente de Variação. Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem a ($P<0,05$) pelo teste Tukey. ¹Conversão alimentar aparente, ²Taxa de crescimento específico.

Não foi observado diferenças para as variáveis: ganho em peso, ganho em peso diário, comprimento final, sobrevivência, consumo de ração, taxa de crescimento específico e para os índices somáticos, como os viscerossomático, lipossomático e gordurosomático.

Os resultados obtidos neste estudo referentes ao crescimento dos peixes não corroboram com os alcançados em estudos realizados com algumas outras espécies, como no caso a truta arco-íris, quando GAYLORD *et al.*, (2006), demonstraram que a suplementação com 5,00 g de taurina/kg de ração (0,50%) em dietas baseadas em proteína de origem vegetal é suficiente para aumentar o crescimento equiparando-o aos peixes alimentados com dietas a base de farinha de peixe. Considerando estudos realizados com determinadas espécies de peixes marinhos, como o linguado-japonês, savelha, pargo-japonês e os bijupirás, demonstrando que níveis a partir de 0,50% de suplementação de taurina, em dietas que continham farinha de peixe foi suficiente para aumentar o desempenho em crescimento e também a eficiência alimentar. O mesmo ganho foi observado para as espécies como o robalo-europeu e a dourada-do-mar alimentados com rações que continham níveis de suplementação do aminoácido acima de 0,20%.

Por outro lado, os resultados obtidos neste estudo corroboram com os alcançados por KIM *et al.*, (2003), quando nenhuma melhoria no crescimento foi observada em juvenis (15 g) de linguado japonês, com a suplementação de 1,00% de taurina na dieta.

Os resultados para conversão alimentar apresentaram diferença ($P < 0,05$). A suplementação de 0,20% de taurina diminuiu significativamente o fator de conversão em juvenis de tilápia, corroborando com os resultados obtidos por ROSSI e DAVIS, (2012), com Pampos da Florida (*Trachinotus carolinus* L.) alimentados com diferentes dietas suplementadas com níveis de taurina e que apresentaram declínio dos valores de conversão alimentar de

3,76 para 2,01 em peixes alimentados com as dietas sem suplementação de taurina e inclusão de 0,75% respectivamente.

O valor de conversão alimentar igual a 0,99, obtido por meio do tratamento correspondente a suplementação de 0,20% de taurina, corrobora com os resultados alcançados por GAYLORD *et al.*, (2006), quando observaram que truta arco-íris (*Onchorynchus mykiss*) alimentadas com dieta a base de proteína de origem vegetal, apresentaram conversão alimentar abaixo de 1,0 apenas nos tratamentos que tiveram suplementação de 0,50% de taurina.

Considerando que o ganho em conversão alimentar, por menor que seja, pode representar em condições de cultivo comercial, um ganho imensamente satisfatório, visto que em alguns sistemas super-intensivos de criação a ração pode representar mais de 70% do custo final de produção. Sendo assim, é importante que seja realizada uma análise econômica que mostre o quanto a inclusão de taurina representa na diminuição do custo de produção.

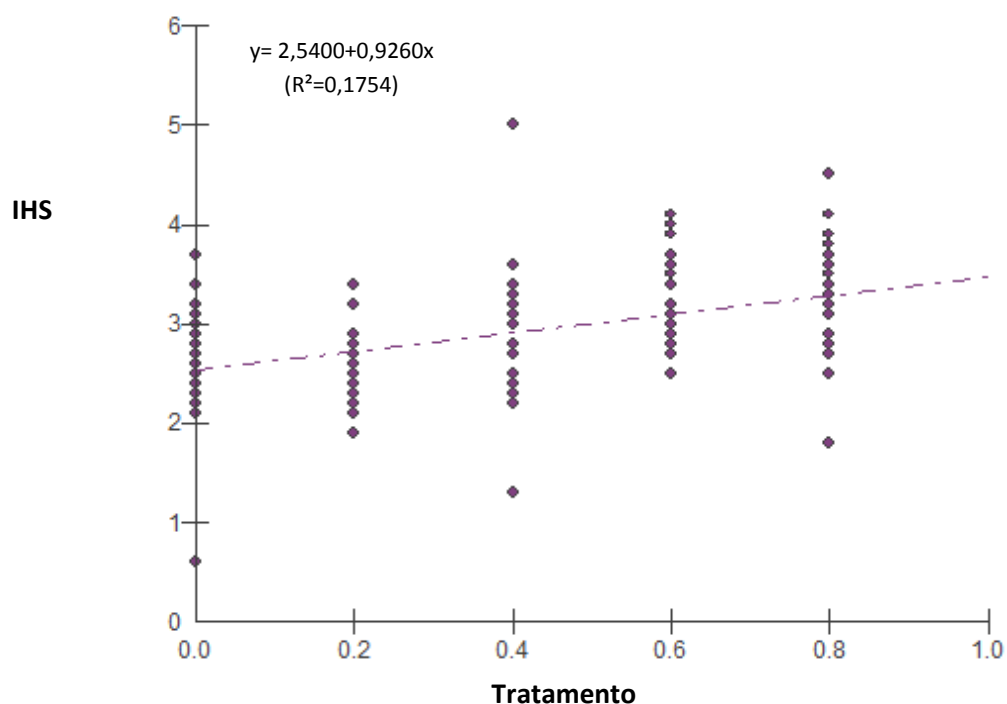
Observa-se que os resultados demonstraram efeito positivo ($P < 0,05$) para o índice hepatossomático (IHS), apresentando comportamento linear crescente $y = 2,54 + 0,9260x$ ($R^2 = 0,1754$) na medida em que os valores de suplementação de taurina foram aumentados (Figura 01). Os maiores valores apresentados para o IHS se deram com a suplementação acima de 0,40% de taurina.

Embora um fígado de tamanho aumentado esteja correlacionado à boa sanidade, há que se destacar que trata-se de animal de produção. Assim, o aumento do fígado pode ser devido à maior necessidade de metabolização dos

nutrientes contidos na dieta. Desta forma, não necessariamente pode-se considerar isto como aspecto negativo, mas sim de animais com alta capacidade produtiva.

Por outro lado, ao considerarmos um peixe cuja função seja diferente do abate em curto prazo, ou seja, uma matriz ou mesmo um peixe ornamental, o caminho deve ser outro, o de se manter seus órgãos com objetivo de longevidade.

Figura 01. Regressão linear simples dos valores obtidos para índice hepatossômico (IHS) dos juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação do aminoácido taurina.



Os demais índices somáticos não apresentaram diferença entre os tratamentos. Contrário ao que foi observado neste trabalho em relação aos índices somáticos, GAYLORD *et al.*, (2006), avaliando suplementação de

taurina para trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), não obteve resposta aos tratamentos para índice hepatossomático, notando apenas que os peixes que consumiram dieta a base de proteína de origem vegetal apresentaram maior deposição de gordura intraperitoneal quando comparado aos peixes que eram alimentados com dieta a base de farinha de peixe, ambas as séries com suplementação de taurina, apresentando valores de 2,99% contra 2,39%, respectivamente de deposição de gordura, no entanto esta diferença não foi suficiente para influenciar na deposição de gordura em todo o corpo, onde não houve influência da dieta.

Ainda em truta, aspectos da composição corporal foram diferencialmente influenciados pela suplementação de taurina e metionina na dieta, (GAYLORD *et al.*, 2007), de acordo com esses autores, o índice hepatossomático não foi afetado pela suplementação de taurina e metionina, onde a proporção de gordura intraperitoneal reduziu ($p = 0,009$) com a suplementação de metionina.

Na tabela 03 podemos observar os valores da composição química da carcaça de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação de taurina, por meio dos resultados obtidos das análises bromatológica de amostras de carcaça e fígado dos peixes.

Tabela 03. Valores da composição química da carcaça de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de suplementação de taurina.

Variável em %	Tratamento					CV	Regressão
	0,00%	0,20%	0,40%	0,60%	0,80%		
Umidade (U)	2,53	3,27	3,75	3,38	3,70	14,72	
Proteína Bruta (PB)	61,50	62,21	61,12	61,17	58,97	1,99	
Cálcio (Ca)	4,34	4,41	4,37	4,42	4,91	5,28	
Fósforo (P)	2,54	2,47	2,52	2,57	2,77	4,49	
Matéria Mineral (MM)	14,44 ^{ab}	13,61 ^b	14,65 ^{ab}	14,46 ^{ab}	15,89 ^a	5,64	$y=13,867 + 1,87x$ ($R^2=0,2559$)
Extrato Etéreo (EE) ¹	20,61	20,83	20,78	20,36	20,43	1,01	
Extrato Etéreo no Fígado (EEF) ²	22,35 ^b	23,03 ^b	26,35 ^{ab}	25,82 ^{ab}	27,88 ^a	9,28	$y=22,321 + 6,9213x$ ($R^2=0,48$)

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem a ($P<0,05$) pelo teste Tuckey. ¹Extrato etéreo da carcaça (EE); ²Extrato etéreo do fígado (EEF).

Não foi observado diferenças para as variáveis: umidade, proteína bruta, cálcio, fósforo e extrato etéreo da carcaça.

Os resultados obtidos com as análises da matéria mineral e extrato etéreo do fígado diferiram ($P<0,05$) entre os níveis de suplementação, apresentando efeito linear entre os tratamentos

Os peixes do tratamento controle e os que receberam 0,20 e 0,80% de suplementação do aminoácido taurina apresentaram diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos quanto ao valor do EEF. O tratamento suplementado com 0,80% de taurina apresentou o maior valor entre os tratamentos. Por outro lado a suplementação com 0,20% de taurina apresentou menor valor para o EEF, sugerindo que a suplementação acima deste valor acarreta em aumento de acúmulo de gordura no fígado.

Considerando que níveis superiores de taurina sejam incluídos nas dietas destinadas aos peixes para abate e que tal suplementação esteja acarretando em alta performance e viabilidade econômica, o acúmulo de

gordura no fígado não deve ser considerado efeito limitador. Porém, considerando espécies que necessitem de vida-longa, como no caso de matrizes, a análise deverá ser contrária.

Os peixes dos tratamentos que receberam a suplementação de 0,20 e 0,80% de taurina apresentaram diferença ($P < 0,05$) nos valores obtidos para matéria mineral (MM). O tratamento que recebeu a suplementação de 0,80% apresentou o maior valor (15,89%) sendo que o tratamento suplementado com 0,20% de taurina (13,61%) foi o menor valor entre os tratamentos.

Comparando resultados de desempenho de peixes que receberam suplementação de taurina na dieta é notório que a variação na exigência taurina entre as diferentes espécies pode estar relacionado com diferentes habilidades de biossíntese de taurina, hábito alimentar e fases de vida.

Algumas espécies de peixes (a maioria marinhas) demonstraram respostas positivas à suplementação da taurina na dieta indicando que ela pode ser essencial. Diferenças na biossíntese da taurina tem sido demonstradas em várias espécies de peixes por GOTO *et al.* (2001) e YOKOYAMA *et al.* (2001) que indica que a biossíntese do presente composto orgânico varia entre os peixes e, assim, pode ser indispensável nas dietas para algumas espécies de interesse produtivo.

CONCLUSÃO

A suplementação de 0,20% do aminoácido taurina em rações para juvenis de tilápia-do-nilo melhorou a conversão alimentar, enquanto que níveis superiores de suplementação apresentaram efeito sobre o índice hepatossomático, matéria mineral na carcaça e extrato etéreo no fígado.

REFERÊNCIAS

- BOYD, C.E. and C.S. TUCKER, 1998 Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer. Academic Publishers, Boston, Massachusetts, 700 p.
- CAÑAS, D.P. 2002 Rol biológico y nutricional de la taurina y sus derivados. Revista Chilena de Nutrición, 29(3): 286-292.
- CARR, W.E.S. 1982 Chemical stimulation of feeding behaviour. In: HARA, T.J. Chemoreception in fishes. Amsterdam. Elsevier, p. 259-273.
- CHATZIFOTIS, S.; POLEMITOU, I.; DIVANACH, P. et al. 2008 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. Aquaculture, v.275, p.201-208.
- COMAN, G.J.; SARAC, H.Z.; FIELDER, D.; THORNE, M. 1996 Evaluation of crystalline amino acids, betaine and AMP as food attractants of the giant tiger prawn *Penaeus monodon*. Comparative Biochemistry and Physiology, 113A: 247-253.
- FAO - The State of world Fisheries and Aquaculture 2012.
- FURUYA, W.M.; C. HAYASHI, V.R.B. FURUYA, P.R. NEVES, L.C.R. SILVA, e D. BOTARO. 2001 Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. Acta Scientiarum 23: 885-889.
- GAYLORD, T. G., BARROWS, F. T., TEAGUE, A. M., JOHANSEN, K .A., OVERTURF, K. E., AND SHEPHERD, B., 2007 Supplementation of taurine and methionine to all-plant protein diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 269, 514-524.
- GAYLORD, G.T., TEAGUE, A.M., BARROWZS, F.T., 2006 Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aquac. Soc. 37, 509–517.
- GONÇALVES, G.S. Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo. 2007 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de aquicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista.
- GOTO, T., K. TIBA, Y. SAKURADA, and S. TAKAGI. 2001 Determination of hepatic cysteinesulfinatase decarboxylase activity in fish by means of OPA-prelabeling and reverse phase high-performance liquid chromatographic separation. Fisheries Science 67:553–555.

- HUXTABLE, R.J. 1992 Physiological actions of taurine. *Physiological Reviews*, Tucson, 72(1): 101-163.
- KIM, S.K., TAKEUCHI, T., YOKOYAMA, M., MURATA, Y., KANENIWA, M. & SAKAKURA, Y., 2005b Effect of dietary taurine levels on growth and feeding behavior of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 250, 765-774.
- KIM, S.K., TAKEUCHI, K.H., AKIMOTO, A., FURUITA, A., YAMAMOTO, T., YOKOYAMA, M. & MURATA, Y., 2005a Effect of taurine supplemented practical diet on growth performance and taurine contents in whole body and tissues of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.*, 71, 627-632.113.
- KIM, S.K., TAKEUCHI, T., YOKOYAMA, M., MURATA, Y., 2003 Effect of dietary supplementation with taurine, β -alanine and GABA on the growth of juvenile and fingerling Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.* 69, 242–248.
- LIM, S.R., CHOI, S.M., WANG, X.J., KIM, K.W., SHIM, I.S., MIM, T.S., BAI, S.C. 2004 Effects of dehulled soybean meal as a fish meal replacer in diets for fingerling and growing Korean rockfish *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture* 231: 457–468.
- LUNGER, A.N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T.G. et al. 2007 Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, v.271, p.401-410.
- MARTINEZ, J.B.; CHATZIFOTIS, S.; DIVANACH, P. 2004 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and feed selection of sea bass *Dicentrarchus labrax* fry fed with demand-feeders. *Fisheries Science*, v.70, p.74-79.
- MATSUNARI, H., TAKEUCHI, T., TAKAHASHI, M. & MUSHIAKE, K., 2005 Effect of dietary taurine supplementation on growth performance of yellowtail juveniles *Seriola quinqueradiata*. *Fish. Sci.*, 71, 1131-1135.
- NRC - National Research Council 2011 Nutrient requirements of fish and shrimp. National Research Council of the National Academies, Washington, DC, USA.
- PARK, G.S., TAKEUCHI, T., SEIKAI, T., YOSHINAGA, T. 2002 Optimal dietary taurine level for growth of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.* 68, 824–829.

- ROSSI, W., DAVIS, D.A., 2012 Replacement of fishmeal with poultry by-product meal in the diet of Florida pompano *Trachinotus carolinus* L., *Aquaculture*, doi:10.1016/j.aquaculture.2012.01.026.
- SAS - Statistical Analysis Systems Institute 1995 User's guide, version 6. 4 ed., Cary: SAS®/STAT, SAS Institute, 1995. 365p.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., ENDO, M., YAMASHITA, H. and & UKAWA, M. 2008 Taurine is an essential nutrient for yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fish meal diets based on soy protein concentrate. *Aquaculture*, 280, 198-205.116.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., ICHIKI, T., ENDO, M., HATATE, H., YOSHIDA, T., SAKAI, T., YAMASHITA, H. AND UKAWA, M. 2006b Efficacy of taurine supplementation for preventing green liver syndrome and improving growth performance in yearling red sea bream *Pagrus major* fed low-fishmeal diet. *Fish. Sci.*, 72, 1191-1199.
- TAKAGI, S., MURATA, H., GOTO, T., HAYASHI, M., HATATE, H., ENDO, M., YAMASHITA, H. and UKAWA, M. 2006a Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. *Fish. Sci.*, 72, 546-555.
- YOKOYAMA, M., TAKEUCHI, T., PARK, G. and NAKAZOE, J. 2001 Hepatic cysteinesulphinatase decarboxylase activity in fish. *Aquacult. Res.*, 32, 216-220.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados alcançados nestes estudos, a suplementação do aminoácido taurina na alimentação de tilápia-do-nilo durante a larvicultura, não alterou parâmetros de crescimento e proporcionou aos peixes, quando que alimentados com ração estritamente a base de proteína vegetal, crescimento semelhante ao alcançado com uso de ração comercial. Desta forma, deve-se considerar que o uso de farinha de peixe para esta fase de desenvolvimento pode se tornar desnecessária com a suplementação dos aminoácidos.

A utilização de suplementação de taurina para juvenis de tilápia-do-nilo melhorou a conversão alimentar e apresentou efeito sobre o índice hepatossomático, características da carcaça e fígado.

Deve-se considerar o custo da inclusão da taurina na formulação das dietas para tilápia-do-nilo em relação a melhoria de conversão alimentar.

Estudos com alevinos de tilápia-do-nilo, bem como com outras espécies de peixes seriam importantes já que a literatura aponta diferentes comportamentos distintos em relação às espécies de peixes, hábitos alimentares e também a fase de crescimento.