

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

JACKELINE MARCANTE DALLAGNOL

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS A BASE DE DERIVADOS
DE SOJA (*Glycine max*), PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E
DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis*
***niloticus*)**

Toledo-PR.

2010

JACKELINE MARCANTE DALLAGNOL

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS A BASE DE DERIVADOS
DE SOJA (*Glycine max*), PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E
DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis
niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte de requisitos para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Co-orientador: Aldi Feiden

Toledo-PR.

2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

D144d Dallagnol, Jackeline M.
Digestibilidade aparente de dietas a base de derivados de
soja (*Glycine max*), parâmetros hematológicos e desempenho
de juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) /
Jackeline M. Dallagnol. -- Toledo, PR : [s. n.], 2010.
68 f.

Orientador: Dr. Wilson Rogério Boscolo
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do
Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências
Exatas.

1. Tilápia do Nilo (Peixe) – Alimentação e rações 2.
Tilápia do Nilo (Peixe) – Desempenho 3. Farelo de soja como
ração 4. Peixes – Alimentação com farelo de soja 5. Nutrição
animal I. Boscolo, Wilson Rogério, Or. II T

CDD 20. ed. 639.3758

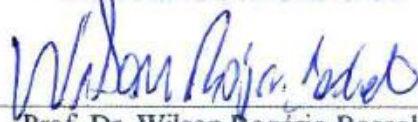
FOLHA DE APROVAÇÃO

JACKELINE MARCANTE DALLAGNOL

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS A BASE DE DERIVADOS DE SOJA (*Glycine max*), PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA



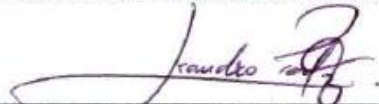
Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Dr. Altevir Signor

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof. Dr. Leandro Portz

Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 20 de julho de 2010.

Local de defesa: Sala de treinamento do GEMaQ/Campus de Toledo.

DEDICATÓRIA

A meus pais Valmor e Solange

Pelo amor e carinho imenso que sempre tiveram por mim.

A minha irmã Tatiana

Com você aprendi a pensar na vida de forma madura.

Muito obrigada pelo companheirismo e momentos de descontração.

Vocês são o meu maior “título”!

AGRADECIMENTO(S)

À CAPES, pela bolsa de estudo, que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Dr. Wilson Rogério Boscolo, pela oportunidade, amizade, confiança e orientação.

À minha segunda mãe Márcia L. Ferrarezi Maluf, pela amizade, e sugestões valiosas durante todos os anos de convívio da graduação, especialização e mestrado.

Ao José Uebi Maluf, pela sua colaboração e contribuição para a realização deste trabalho.

Aos professores: Dr. Aldi Feiden, Dr. Altevir Signor e Dr. Pitágoras A. Piana pelas orientações do pré-projeto.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca e ao Luizinho.

As pessoas que trabalharam diretamente no experimento um agradecimento especial para o pessoal do Laboratório de Digestibilidade: Tatiane Lui, Juliana Losch, Fabiana Dieterich, Ricardo Sanches e Dacley H. Neu.

Ao pessoal do Laboratório de Desempenho: Volnei, Jaqueline Freitas (Jaquinha), Tatiane Lui, Júnior e Juliana Costa pela paciência.

Ao pessoal do Laboratório de Hematologia: Márcia Maluf, Micheli Zaminham, Joana Finkler, Edionei, gosto muito de vocês!

Ao pessoal da Ração: Diego (PIBIC), Fausto (Verme), Volnei Scwertner, Agnaldo, Evandro e Jhonis.

Ao pessoal do Laboratório de Controle de Qualidade: Deividy (Frango), Ligiele, Jaqueline Freitas (Jaquinha), Naihara, Rodrigo Morgenstern, Flávia Potrich e Letícia Higushi.

Ao Dionísio do PROJETI, pela doação das tilápias utilizadas no experimento de digestibilidade e hematologia.

À Piscicultura Tupi de Guáira, pela doação das tilápias utilizadas no experimento de desempenho.

Ao Rinaldo da GIROMIX, à SADIA e a SPERAFICO, pela doação dos farelos de soja.

Aos técnicos, amigos e parceiros do GEMAg, que sempre me ajudaram nos experimentos e também nos momentos de descontração: Juliana Veit, Leticia Higushi, Carlos Weirich e Carol (colegas de sala). Ao pessoal da sala ao lado: Dacley Neu, Altevir e Arcângelo Signor, Fábio Bittencourt, Ronan Rorato, Sidnei Klein, Odair Diemer, César Sary, Cleonice Hilbig, Bruno Estevão, Evandro Lorenz, Talita Dieterich, Ivan Grosso e a todos os estagiários.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Revista Brasileira de Zootecnia*. Disponível em: <<http://www.rbz.ufv.br/rbz/index.jsp>>*

RESUMO

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS A BASE DE DERIVADOS DE SOJA (*Glycine max*), PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO: O trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente dos derivados da soja: farelo de soja branco (FSB), farelo de soja extrusado e prensado (FSP), farelo de soja convencional (FSC) e o isolado protéico de soja (IPS) e uma ração referência, e avaliar se esses derivados causam prejuízos à saúde e ao desempenho da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Para o primeiro estudo, foram utilizados aproximadamente 385 juvenis de tilápias com peso médio de $26 \pm 6,31$ g., distribuídos em cinco tanques de fundo cônico com capacidade para 90L. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino. Os animais foram submetidos à metodologia de coleta de fezes por sedimentação. Durante o período experimental foram mensurados os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica foram mensurados. O IPS apresentou o melhor índice de CDaEB de 84,33%. Para o CDaPB, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando valores acima de 90%. O maior valor de energia digestível (ED) foi de 4139Kcal de ED/Kg para o IPS. Para a proteína digestível (PD) o IPS apresentou o valor de 79,11%, seguido do FSB, FSC e FSP. Após o período de coleta das fezes, os peixes foram alimentados por mais 45 dias, para a avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos das tilápias. Para as análises sanguíneas, foram capturados ao acaso oito peixes com peso médio de $94,17 \pm 8,60$ g. Através das análises sanguíneas, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros hematológicos de hemoglobina e hematócrito, para os parâmetros bioquímicos foram observados maiores níveis de triglicerídeos na análise da ração referência. O segundo estudo objetivou-se avaliar o desempenho das tilápias quando submetidas às dietas a base de soja (Branco, IPS, Convencional e Soja Extrusada e Prensada). Foram utilizadas 200 tilápias com peso médio inicial de 3,6g e comprimento total médio inicial de 5,2cm, distribuídos em 20 tanques-rede experimentais, instalado em uma estufa. A distribuição dos tratamentos utilizada foi um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, durante 60 dias. Foram elaboradas cinco rações isoprotéicas e isoenergéticas com 28% de proteína digestível e 3.300Kcal de ED/Kg. Ao final do período experimental os peixes foram pesados e medidos individualmente, onde obteve-se os cálculos de ganho de peso, conversão alimentar aparente, eficiências alimentar, taxa de sobrevivência e o fator de

condição. Ao final do experimento, não foram observadas diferenças estatísticas na composição centesimal dos peixes e entre os tratamentos do desempenho produtivo. Concluiu-se que todos os alimentos avaliados apresentam excelentes CDa, com valores acima de 90% de digestibilidade da proteína. Os derivados da soja são alimentos altamente protéicos, com ótimos índices de disponibilidade aparente de seus nutrientes. As rações a base de soja não causam prejuízos a saúde das tilápias quando comparadas com a ração referência, e pode ser utilizado na alimentação, visando formular rações de menor custo em substituição às farinhas de origem animal para esta espécie, e que as rações a base de derivados de soja não causam prejuízos ao desempenho das tilápias quando comparadas com a ração referência.

Palavras-chave: proteína vegetal, nutrição de peixes, desempenho, hematologia.

ABSTRACT

APPARENT DIGESTIBILITY OF DIETS THE BASIS OF DERIVATIVES OF SOYBEAN (*Glycine max*), HEMATOLOGICAL AND PERFORMANCE OF JUVENILE NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT: This work was carried out to determine the apparent digestibility of soybean products: soybean meal white (FSB), soybean extruded and pressed (FSP), conventional soybean meal (FSC) and protein isolate soybean (IPS) and the basal diet, and assess whether these derivatives cause injury to health and performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). For the first study, we used approximately 385 juvenile tilapia with mean weight 26 ± 6.31 g, distributed in five conical tanks with a capacity of 90L. The experimental design was a Latin square. The animals were submitted to the method of fecal collection by sedimentation. During the experimental period were measured average values of temperature, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity were measured. The IPS had the best CDaEB index of 84.33%. For CDaPB, there were no significant differences between treatments, with values above 90%. The largest value of digestible energy (ED) was 4139Kcal ED / kg for the IPS. To digestible protein (PD) IPS presented the value of 79.11%, followed by the FSB, and FSC FSP. After the stool collection period, fish were fed for 45 days for evaluation of hematological and biochemical parameters of tilapia. For blood tests, were captured at random eight fish weighing on average 94.17 ± 8.60 g. Through blood tests, there was a significant difference between treatments for hematological parameters of hemoglobin and hematocrit to biochemical parameters showed higher triglyceride levels in the analysis of basal diet. The second study aimed to evaluate the performance of tilapia when exposed to soy-based diets (White, IPS, and Conventional Soybean extruded and pressed). We used 200 tilapia with initial weight of 3.6 g and total length averaging 5.2 cm, distributed in 20 experimental cages, housed in a greenhouse. The distribution of treatments used was a fully casualizado design with four treatments and five replicates for 60 days. Were prepared five isonitrogenous and isocaloric diets containing 28% digestible protein and 3,300 kcal ED / kg. At the end of the experiment, fish were weighed and measured individually, where he obtained the calculations of weight gain, feed conversion, feed efficiency, survival rate and condition factor. At the end of the experiment, there were no statistical differences in the composition of fish among treatments and productive performance. It follows that all foods have excellent CDa evaluated with values above 90% protein digestibility. Derivatives of soy

are foods high protein, with excellent rates of apparent availability of its nutrients. The soy-based diets do not cause harm to health of tilapia compared with the reference diet, and can be used as food in order to formulate least cost rations for flour in place of animal origin for this species, and that feeds the base of soy products do not cause damage to the performance of tilapia compared with the reference diet.

Keywords: vegetable protein, fish nutrition, performance, hematology.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Soja	17
2.2. Fatores antinutricionais da soja	18
2.3. Processamento da soja	19
2.4. Espécie estudada.....	21
2.5. Estudos de digestibilidade em peixes	22
2.6. Estudo da Hematologia.....	24
<u>3.</u> REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	26
<u>4.</u> OBJETIVOS GERAIS	30
<u>5.</u> DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DERIVADOS DA SOJA (<i>Glycine max</i>) E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TILÁPIAS DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	31
<u>5.1/ 5.2</u> APPARENT DIGESTIBILITY OF DERIVATIVES OF SOYBEAN (<i>Glycine max</i>) AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF JUVENILE NILE TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>)	32
<u>5.3</u> INTRODUÇÃO.....	33
<u>5.4</u> MATERIAL E MÉTODOS.....	35
<u>5.4.1</u> Avaliações hematológicas	39
<u>5.4.2</u> Parâmetros hematológicos	39
<u>5.4.3</u> Avaliações bioquímicas	40
<u>5.4.4</u> Avaliação Estatística	40
<u>5.5</u> RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
<u>5.5.1</u> Digestibilidade.....	41
<u>5.5.2</u> Hematologia	45
<u>5.6</u> CONCLUSÃO.....	47
<u>5.7</u> REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	48
<u>6.</u> DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADAS COM DIETAS A BASE DE DERIVADOS DA SOJA.....	53
<u>6.1/6.2</u> PERFORMANCE OF NILE TILÁPIA FED DIETS DERIVATIVES OF SOYBEAN ...	54

6.3 INTRODUÇÃO.....	55
6.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
6.6 CONCLUSÃO.....	65
6.7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores da composição centesimal de farelos de soja, conforme seu processamento.	19
Tabela 2 Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de derivados de soja para a tilápia-do-Nilo.....	37
Tabela 3 Valores médios da composição centesimal dos derivados de soja (matéria natural), utilizados na elaboração das rações experimentais.....	41
Tabela 4 Índice de Atividade Ureática das Rações e dos Farelos de Soja.	42
Tabela 5 Coeficientes e valores de digestibilidade aparente da energia dos farelos de soja para a tilápia-do-Nilo.....	43
Tabela 6: Valores médios, desvio padrão, das análises hematológicas em <i>O. niloticus</i> , alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína de soja.....	45
Tabela 7: Valores médios, desvio padrão, das análises bioquímicas em <i>O. niloticus</i> , alimentados com rações contendo diferentes farelos de soja.	46
Tabela 8: Composição percentual das rações experimentais utilizadas no desempenho de tilápias-do-Nilo.....	58
Tabela 9: Parâmetros zootécnicos dos peixes submetidos às dietas a base de derivados de soja.	61
Tabela 10: Composição centesimal da tilápia-do-Nilo <i>in natura</i> eviscerada, alimentadas com rações a base de derivados de soja (matéria natural).....	63

1. INTRODUÇÃO

Entre os setores de produção animal, a aquicultura é o que tem expandido mais rapidamente. A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se mundialmente nas criações intensivas pela rusticidade, precocidade e por apresentar filé sem espinhos em forma de Y e com boas características organolépticas. (Furuya et al 2005)

O fator mais importante para o bom desenvolvimento da criação de qualquer espécie animal é uma alimentação adequada. O cultivo de peixes e de outros organismos aquáticos tem participado de forma significativa e ascendente na produção de proteína animal; neste caso, a alimentação também não foge à regra, representando a maior parte dos custos operacionais, tornando os estudos de nutrição e alimentação na aquicultura, de extrema importância. (Abimorad & Carneiro, 2004)

Os produtos derivados da soja, como os farelos prensados, extraídos com hexano, concentrados de soja ou isolados protéicos, são excelentes candidatos no que se diz respeito ao seu teor de proteínas, para a alimentação animal. Pois apresentam ótimos índices de digestibilidade da proteína e energia, mas apresentam baixos teores de metionina e lisina, podendo ser corrigidos na formulação da ração, também apresentam fatores anti-nutricionais, que dependendo do processamento da ração, podem ser eliminados, disponibilizando excelentes fontes protéicas de origem vegetal. (Cruz-Suárez et al., 2009)

Dessa forma, a constante busca pelos nutricionistas em formular rações mais eficientes e economicamente viáveis aumenta a necessidade de pesquisas concernentes à composição química e valores energéticos dos alimentos, o que permite que os objetivos almejados na formulação de rações possam ser atendidos.

A determinação da digestibilidade dos nutrientes presentes em alimentos comumente utilizados em rações é de suma importância para os estudos relativos à evolução da nutrição

animal. Em peixes, esses estudos são relativamente recentes, tendo adquirido maior volume a partir da década de 1960. (Sallum et al., 2002)

Este trabalho teve o objetivo de determinar os valores de digestibilidade aparente dos farelos derivados da soja, bem como a determinação dos parâmetros hematológicos e avaliação do desempenho de tilápias-do-Nilo, quando submetidas a estes tratamentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Soja

Com o desenvolvimento dos produtos protéicos oriundos da soja para alimentação humana, nutricionistas perceberam que estes produtos podem ser uma alternativa protéica importante para vários tipos de criações animais. No mundo, são produzidas cerca de 520 milhões de toneladas de rações (Indústria Avícola, 1997) e no Brasil, 30 milhões de toneladas de rações de acordo com a ANFAR/Sindirações (1998).

A soja é a principal fonte protéica de origem vegetal, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo, mas grande parte dessa soja precisa de melhorias no processamento industrial, havendo amplas possibilidades de ganhos na qualidade do ingrediente a ser processado.

A soja, pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação e alta produção, pode ser considerada como um dos alimentos essenciais para a nutrição animal. Em sua constituição, possui proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia. Entretanto, apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem que a mesma seja utilizada “in natura” na formulação de dietas comerciais. (Araba & Dale, 1991).

2.2. Fatores antinutricionais da soja

Segundo Said, (1996) a soja deve ser processada antes de sua utilização na alimentação de suínos e aves porque contém fatores tóxicos que podem causar efeitos deletérios sobre os animais. Os principais fatores antinutricionais que devem ser levados em consideração são:

a- Inibidores de tripsina e quimiotripsina; inibem a digestão protéica;

b- Lectinas, que tem como principal modo de ação, combinar-se com as células da parede intestinal e com isso causam interferência não específica na absorção de nutrientes (Jaffé, 1980);

c- Fatores alérgicos (Glicinina e β -Conglicinina), que reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado;

d- Lipase e lipoxigenase que promovem a oxidação e rancificação da gordura da soja;

e- Existem também os polisacarídeos não-amídicos solúveis (PNAS), que causam diminuição no desempenho dos animais. O termo PNAS, cobre uma grande extensão de moléculas de polissacarídeos com exceção do amido. A classificação dos PNAS, recai em 3 grandes grupos: Celulose, polímeros não celulósicos (pentosanos, arabinoxylanos, xylanos, β -Glucanos) e polisacarídeos pécticos (glicomananos, galactomananos, arabinanos, xiloglucanos e galactanos), entre outras moléculas. A atividade antinutritiva dos PNAS pode ser eliminada com o uso de 4 enzimas na dieta, as quais causarão despolimerização, auxiliando a digestão dos polisacarídeos. As enzimas existentes tem ação limitada no auxílio à digestão durante o tempo de trânsito de alimentos dos suínos e aves, conforme foi constatado por Marsman et al. (1997). Portanto, pesquisas devem se concentrar na obtenção dessas enzimas melhoradas ou modificações no processamento da soja para aumento da energia metabolizável do farelo de soja. (Choct, 1997).

2.3. Processamento da soja

O farelo de soja destinado à exportação é classificado em três categorias, de acordo com seu conteúdo de PB: HyPro (>48%), Normal (46%) e LowPro (<43,5%). Para atingir o índice classificado como Normal e HyPro, a soja deve conter acima de 41,5 e 43% de proteína nas sementes, respectivamente, com base na matéria seca. (Moraes, 2006)

A tabela abaixo relaciona o tipo de processamento utilizado e seus valores de composição centesimal, encontrados na literatura.

Tabela 1 Valores da composição centesimal de farelos de soja, conforme seu processamento.

Tipo do Processamento	MS (%)	PB (%)	EE (%)	Autor
Farelo de Soja	88,3	54	2,07	Filho & Fracalossi (2006)
Farelo de Soja	88,6	45,62	0,79	Pezzato et al., (2002)
Farelo de Soja	89,1	46,12	1,47	Furuya et al., (2004)
Farelo de Soja	91,86	47,25	2,32	Boscolo et al., (2002)
Farelo de soja 4	89,35	46,43	2,21	Rodrigues et al., (2002)
Farelo de Soja Texturizado	93,65	49,48	0,69	Rodrigues et al., (2002)
Farelo de soja Integral	88,12	39,48	18,55	Furuya et al., (2004)
Soja integral Jet Sploder	90,18	36,96	17,05	Rodrigues et al., (2002)
Soja integral tostada	92,35	37,97	22,06	Rodrigues et al., (2002)
Soja micronizada	93,48	38,53	23,23	Rodrigues et al., (2002)

Os valores dos farelos de soja apresentados pelos autores mostram pouca variação entre as citações, isso porque a metodologia inicial utilizada para o processamento é a mesma, onde o grão é quebrado, e separado da casca, essa casca é tostada e moída para posterior reincorporação ao farelo, a soja sem casca é condicionada e laminada e expandida, e posteriormente levada ao extrator de hexano. O farelo de soja passa pelo “toaster” recuperando parte do hexano ainda presente no farelo e desativando os fatores antinutricionais. (Belaver & Snizek, 2002)

A metodologia Jet-Spuler faz com que o grão passe por um tubo, onde é submetido a um jato de ar aquecido (315°C), e ao sair do tubo o ar se encontra a 120-200°C em um minuto, provocando a ruptura na estrutura do grão, e ao sair é laminado e moído por compressores, após ser resfriado. (Belaver & Snizek, 2002)

O sistema de micronização trata-se de um sistema onde o grão passa por uma esteira vibratória de ladrilhos que estão sob queimadores de gás que produzem raios infravermelhos como fonte de calor durante cinco minutos, isto faz com que o grão se aqueça e vaporize a água movimentando as moléculas, provocando o inchaço do grão, este é laminado, resfriado e moído para posterior uso em rações. (Belaver & Snizek, 2002)

O farelo de soja Integral pode ser obtido por tostagem por calor seco em tambor rotativo ou por calor úmido, a característica desse processo é que os grãos têm em torno de 18% de extrato etéreo, o que dilui o valor da proteína. Este alto teor de extrato etéreo do grão faz com que sua energia metabolizável, segundo o NRC (1993) seja de 3300 Kcal/Kg, aproximadamente 40% superior a do farelo de soja. Possivelmente esta é a principal vantagem deste ingrediente, pois além de ter um teor relativamente alto de proteína, também tem um nível elevado de energia.

O farelo de soja integral tem sido utilizado em rações para organismos aquáticos para reduzir o custo com a alimentação. Além disso, esse ingrediente é preferido em relação ao farelo de soja, pois proporciona melhor aparência do grânulo submetido à extrusão. (Furuya, et al., 2004)

Já o farelo de soja branco, passa pelo processo do dessolventizador-tostador (DT). Após todo o óleo ser removido da massa laminada ou da massa expandida, estes saem do extrator com aproximadamente 30% de solvente (hexano). O DT atua na remoção do hexano da massa e completa operação de tostagem. A massa carregada de solvente entra pela parte superior do DT sendo distribuída uniformemente nos pratos de pré-dessolventização através dos facões. A massa passa de um prato para o próximo através de aberturas nos pisos. Estes pratos superiores são chamados de pratos de pré-dessolventização, porque neles se usa aquecimento indireto da superfície para evaporar o hexano da massa sem aumentar a

umidade. A combinação de umidade e temperatura ligeiramente elevada proporciona as características nutricionais desejadas ao farelo. (Crown, 2009)

O concentrado protéico de soja (CPS) ou Isolado protéico de soja (IPS) é obtido através da remoção da casca, óleo e oligosacarídeos do grão da soja. O CPS demonstrou ser uma fonte viável de aminoácidos, comparável ao leite desnatado. O melhor desempenho animal com CPS em relação ao FS é devido à eliminação dos fatores antinutricionais e modificações nos oligosacarídeos (rafinose e estaquiase) e alergênicos (glicinina, β conglucina). (Li et al., 1991)

A proteína de soja concentrada CPS tem sido estudada como uma fonte de proteína em dietas para várias espécies de peixes. Storebakken et al., 1998, relatou o crescimento rápido em salmão do Atlântico alimentado com dietas contendo 75% de proteína total de IPS. Kaushik et al., (1995) avaliou dietas contendo até 100% de proteína IPS na dieta de truta arco-íris, sem efeitos negativos sobre a taxa de crescimento. Escaffre, et al., (1997) avaliou o IPS para juvenis de carpa, e concluiu que menores níveis de inclusão (20 e 40%) foram necessários para obter um crescimento satisfatório desta espécie. Estudos realizados por Refstie et al., (1997), mostraram que tanto o Salmão de Atlântico e a truta arco-íris podem se adaptar ao consumo de ração a base de farelo de soja, alcançando a igualdade de consumo após um período de adaptação, em comparação a uma dieta de farinha de peixe.

2.4. Espécie estudada

Entre os setores de produção animal, a aquicultura é o que tem expandido mais rapidamente. (Furuya et al., 2005)

A espécie *Oreochromis niloticus*, foi introduzida no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, África (Castagnolli, 1992). Em 1996, com o objetivo de melhorar

geneticamente o plantel do estado do Paraná, foram importadas da Tailândia matrizes do Nilo (*O. niloticus*), e segundo Boscolo et al. (2001a) esta linhagem apresenta ótimo desempenho.

A tilápia-do-Nilo tem se destacado na piscicultura de águas interiores em regiões de clima quente, tanto em criações em tanques de terra quanto em gaiolas ou tanques-rede. Características como alta produtividade, rusticidade, grande capacidade de adaptação e filé de ótima aceitação no mercado consumidor são qualidades que justificam esse destaque (Meurer et al., 2000).

A alimentação é responsável pela maior parte do custo de produção na tilapicultura, sendo que a fração alimentar mais onerosa é sem dúvida a protéica. Este fato se deve principalmente aos altos níveis de proteína bruta (PB) utilizados nas rações, principalmente na fase inicial.

O nível de proteína em dietas para a tilápia afeta diretamente o desempenho (El-Sayed & Teshima, 1992) As proteínas correspondem aos nutrientes de máxima importância, pois são os componentes constituintes do organismo animal em crescimento e o perfil aminoacídico é decisivo para a sua qualidade e determina seu valor como componente da dieta (Pezzato, 1999).

Para que não sejam fornecidos níveis excessivos desse nutriente, torna-se de fundamental importância determinar as exigências protéicas e nutricionais para cada fase de criação bem como, os valores de digestibilidade dos animais (Furuya et al., 1996), para formulação de uma ração bem balanceada e de menor custo (Shiau & Lan, 1996).

2.5. Estudos de digestibilidade em peixes

O fator mais importante para o bom desenvolvimento da criação de qualquer espécie animal é uma alimentação adequada. O cultivo de peixes e de outros organismos aquáticos

tem participado de forma significativa e ascendente na produção de proteína animal; neste caso, a alimentação também não foge à regra, representando a maior parte dos custos operacionais, tornando os estudos de nutrição e alimentação na aquicultura, de extrema importância. (Abimorad & Carneiro, 2004)

O custo com a alimentação nos sistemas de piscicultura intensiva, superam 50% dos custos operacionais de produção (El-Sayed, 1999). Portanto, pesquisas para avaliação nutricional de alimentos alternativos visam a diminuir custos com alimentação e viabilizar a produção (Degani & Revach, 1991).

O conhecimento da digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos alternativos permite a formulação de rações com mínimo custo, que atendam às exigências nutricionais dos animais (Aksnes & Opstvedt, 1998).

O conhecimento dos valores de digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos convencionais e alternativos é fundamental para a formulação de rações para uso na aquicultura, sendo um importante indicador do valor nutricional dos alimentos e potencial indicador de efluentes no meio aquático (Boscolo et al., 2002a). Esta determinação é pré-requisito para posteriores estudos quanto aos níveis de inclusão para as diversas fases de desenvolvimento da espécie estudada (Boscolo et al., 2002b).

Para melhorar e otimizar a alimentação da tilápia, é fundamental que se conheça o nível de aproveitamento dos ingredientes da dieta. Estudos sobre a digestibilidade da proteína e da energia de um dos principais produtos e seus derivados produzidos no Brasil, a soja, utilizada na elaboração de rações, são de fundamental importância nos aspectos nutricional e econômico, resultando em maior precisão no balanceamento das dietas para organismos aquáticos.

2.6. Estudo da Hematologia

O estudo da hematologia em peixes contribui para a compreensão da fisiologia comparativa, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros ecológicos (Melo et al., 2006).

As enfermidades, de modo geral, estão relacionadas com alterações do hemograma nos animais e no homem. Assim, o quadro hematológico de diferentes peixes e condições de criação vêm sendo estudados, para obter informações acuradas sobre a identificação e controle de situações de estresse e/ou de enfermidades a fim de assegurar a saúde dos peixes. (Tavares-Dias et al., 2000a).

A espécie estudada no presente trabalho apresenta grande potencial para a criação intensiva devido à sua facilidade de adaptação a ambientes confinados, hábito alimentar hábito alimentar onívoro, fácil reprodução e manipulação do sexo, rápido crescimento, rusticidade ao manejo e suporta alta densidade de estocagem em sistemas intensivos de produção.

Com a redução na disponibilidade da farinha de peixe, os nutricionistas buscam alimentos alternativos para elaboração de rações. O farelo de soja (FS), um subproduto obtido da indústria de extração do óleo do grão de soja tem sido a principal fonte protéica de origem vegetal, utilizada na nutrição de animais monogástricos, inclusive para os peixes e, principalmente, para os de hábito alimentar onívoro (Pezzato, 1995).

A proteína do FS tem o melhor perfil aminoacídico dentre os alimentos protéicos de origem vegetal e possui uma concentração de aminoácidos essenciais, que é adequada às exigências dos peixes (Lovell, 1989). Apresenta alto teor de lisina, em relação aos outros farelos de vegetais, além de conter vitaminas do complexo B e minerais (Pezzato, 1995). Mas se processada de forma inadequada, pode conter alguns fatores antinutricionais que podem prejudicar o desempenho e a saúde dos peixes.

Assim, a principal evidência da deficiência de proteína é a perda de peso, que ocorre principalmente devido à falta de aminoácidos essenciais na dieta, os quais impossibilitam a formação de tecido muscular e de outros compostos importantes para o metabolismo. A deficiência nutricional (Melo et al, 2006) e a privação de alimentos (STOSKOPF, 1993) podem afetar as características sanguíneas dos peixes, principalmente o sistema imunológico. Por outro lado, quando há excesso de proteína na dieta essa é excretada principalmente na forma de amônia.

Devido a grande importância comercial da espécie estudada e a influencia que os derivados da soja causam sobre os parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo, torna os estudos relacionados às suas características biológicas, principalmente, hematológicas de suma importância.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABIMORAD, E. G; CARNEIRO, D.J.; Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) **R. Bras. Zootec.** v.33 n.5 Viçosa set./out. 2004

AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v.161, p.45-53, 1998.

ANFAR/SINDIRAÇÕES. Alimentação Animal: perfil do mercado brasileiro 1997/1998. São Paulo. Folder. 1998.

ARABA, M.; DALE, N.; Evaluation of protein solubility as na indicator of over processing soybean meal. **Poultry Sci.** 69: 76,1991.

BEALVER, C.; SNIZEK JR., P.N.; Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves Nutricionista Animal, PhD – Embrapa Suínos e Aves Concórdia – SC, 2002.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; Digestibilidade Aparente de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001a.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; et al. Desempenho e características de carcaça de maços revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001^a.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional.

AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION. MITA (P) NO. 044/11/96 (Vol. An08-1997). <http://www.pacweb.net.sg/asa>. 1997. Consultado em 07.fev. 2009.

CROWN IRON WORKS COMPANY; Operação do Dessolventizador/Tostador www.crowniron.com; consultado em: março de 2009.

CRUZ-SUÁREZ, L.E.; TAPIA-SALAZAR, M.; VILLARREAL-CAVAZOS, D.; BELTRAN-ROCHA, J.; NIETO-LÓPEZ, M.; LEMME, A.; RICQUE-MARIE, D., Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Aquaculture** 292 (2009) 87–94

DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilápia, *Oreochromis aureus* X *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). *Aquaculture and Fisheries Management*, v.22, p.397-403, 1991.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilápia, *Oreochromis ssp.* **Aquaculture**, v.179, p.146- 168, 1999.

EL-SAYED, A.F.M.; TESHIMA. S. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fry. **Aquaculture**, v.103, n.1, p.55-63, 1992.

ESCAFFRE, A.M., ZAMBONINO INFANTE, J.L., CAHU, C.L., MAMBRINI, M., BERGOT, P., KAUSHIK, S.J.; Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp *Cyprinus carpio*. based on growth performance and digestive enzyme activities. **Aquaculture** 153, 63–80, 1997.

FILHO, P.R.C.O.; FRACALOSSO, D.M.; Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá; **Revista Bras. Zootecnia** v.35 n.4 p.1581-1587, 2006

FURUYA, W. M. HAYASHI, C. FURUYA, V. R. B.; SAKAGUTI, E. S.; BOTARO, D.; SILVA, L. C. AURESCO, S. A.; Farelo de soja integral em rações para juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.26, n.2, p. 203-207, 2004

FURUYA, W. M.; BOTARO, D., MACEDO, R.M.G., SANTOS, V.G.S., SILVA, LC.R.S., SILVA, T.C.S., FURUYA, V.R.B., SALES, P.J., Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Rev. Brás. Zootecnia**. V.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. **Revista UNIMAR**, v.18, n.2, p.307-319, 1996.

JAFFÉ, W. G. Hemagglutinins. IN: Liener, I.E. Toxic constituents of plant foodstuffs, 2ª ed. New York: **Academic Press**, p. 73-102. 1980.

KAUSHIK, S.J., CRAVEDI, J.P., LALLES, J.P., SUMPTER, J., FAUCONNEAU, B., LAROCHE, M.; 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, 1995.

LI, D.F.; NESSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; KLEMAMM, R.D.; GIESTING, D.W.; HANCOCK, J.D.; ALLE, G.L.; GOODBAND, R.D. Measuring suitability of soybean products for early weaned pigs with immunological criteria. **J. Ani. Sci.** 69:3299, 1991.

MARSMAN, G. J. P.; GRUPPEN, H.; VAN DER POEL, A. F. B.; KWAKKEL, R. P.; VERTEGEN M. W. A. e VORAGEN, A. G., J.. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. 1997. **Poultry Sci.** 76: 864-872.

MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT, L.M.; MORAES, M.; Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. Revista Ciência Agroambiental, V. 1, n.1, janeiro a junho de 2006.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; BOSCOLO, W.R.; Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) Acta Scientiarum 22(2):479-484, 2000.

MORAES. R.M.A., JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS,E.G.; MOREIRA,M.A.; Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, maio 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals.** Washington, D.C.: 1993. 114p.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

PEZZATO, L.E. Alimentação de peixes - Relação custo e benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.109-118.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO E CRUSTÁCEOS, 1995. Campos de Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: CBN, 1995, V. 1. p.34-52.

REFSTIE, S., HELLAND, S.J., STOREBAKKEN, T.; Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture** 153, 263–272, 1997.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES,P.C.; NUNES,R.V.; TOLEDO,R.S. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002

SAID, N. W. Extrusion of alternative feed ingredients: An environmental and nutritional solution. **J. App. Poultry Res.** 5:395-407. 1996.

SALLUM, W.B.; BERTECHINI, A.G.; CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; LOGATO, P.R.V.; Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato

etéreo de ingredientes de ração para o matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, characidae) **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.1, p.174-181, jan./fev., 2002

SHIAU, S.Y. 1997. Utilization of carbohydrates in warmwater fish - with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 151:79-96.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Effect of phenolic nonprotein amino acid L L-dopa (L L-3,4-dihydroxyphenylalanine) on growth performance, metabolic rates and feed nutrient utilization of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture Nutrition**, v.8 p.69-77, 2002.

STOREBAKKEN, T., SHEARER, K.D., ROEM, A.J.; Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture** 161, 365–379, 1998.

STOSKOPF, M. K. Fish medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1993. 882p.

SULLIVAN, J.A.; REIGH, R.A. Apparent digestibility of selected feedstuff in diets for hybrid striped bass (*Morene saxatilis* x *Morena chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S. H. C.; SILVA, E. D.; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Características Hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) Cultivada Intensivamente em Pesque-Pague do município de Franca, São Paulo, Brasil. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, v. 16, p. 76-82, 2000^a

TOYAMA, G.N. et al. Suplementação de vitamina c em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.221-228, 2000

WU, Y.V., TUDOR, K.W., BROWN, P.B. et al. 1999. Substitution of plant proteins or meat and bone meal in diets of Nile tilapia. *North Amer. J. Aquac.*, 61(1):58-63.

OBJETIVOS GERAIS

Com o objetivo de avaliar as farinhas a base de derivados de soja na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram realizados dois experimentos. O primeiro, foi conduzido com o objetivo de determinar a digestibilidade aparente da energia e da proteína e os parâmetros hematológicos e bioquímicos dos farelos derivados de soja (farelo de soja convencional, extrusado e prensado, branco e o isolado protéico de soja). E o segundo, teve como objetivo, avaliar o desempenho das tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas a base de derivados da soja.

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DERIVADOS DA SOJA (*Glycine max*) E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO: O trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente dos derivados da soja, farelo de soja branco (FSB), farelo de soja extrusado e prensado (FSP), farelo de soja convencional (FSC) e o isolado protéico de soja (IPS), e avaliar se esses derivados causam prejuízos à saúde da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) através de avaliações hematológicas. Foram utilizados 385 juvenis de tilápias com peso médio de $26 \pm 6,31$ g., distribuídos em cinco tanques de fundo cônico com capacidade para 90 litros de água cada. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino. Os animais foram submetidos à metodologia de coleta de fezes por sedimentação. O IPS apresentou o melhor índice de CDeEB de 84,33%. Para o CDePB, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando valores acima de 90%. O maior valor de energia digestível (ED) foi de 4139Kcal de ED/Kg para o IPS. Para a proteína digestível (PD) o IPS apresentou o valor de 79,11%, seguido do FSB, FSC e FSP. Após o período de coleta das fezes, os peixes foram alimentados por mais 45 dias, para a avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos. Para as análises sanguíneas, foram capturados ao acaso oito peixes com peso médio de $94,17 \pm 8,60$ g. Através das análises sanguíneas, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros hematológicos de hemoglobina e hematócrito, para os parâmetros bioquímicos foram observados maiores níveis de triglicérides na análise da ração referência. Conclui-se que todos os alimentos avaliados apresentam excelentes CDa, com valores acima de 90% de digestibilidade da proteína. Os derivados da soja são alimentos altamente protéicos, com ótimos índices de disponibilidade aparente de seus nutrientes. As rações a base de soja não causam prejuízos a saúde das tilápias quando comparadas com a ração referência, e pode ser utilizado na alimentação, visando formular rações de menor custo em substituição às farinhas de origem animal para esta espécie.

Palavras-chave: soja, nutrição de peixes, avaliação de alimentos, hematologia.

APPARENT DIGESTIBILITY OF DERIVATIVES OF SOYBEAN (*Glycine max*) AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF JUVENILE NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT: This work was carried out to determine the apparent digestibility of soybean products, soybean meal white (FSB), soybean extruded and pressed (FSP), conventional soybean meal (FSC) and protein isolate soybean (IPS), and assess whether these derivatives cause damage to the health of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by hematological evaluations. We used 385 juvenile tilapia with mean weight 26 ± 6.31 g, distributed in five conical tanks with a capacity of 90 liters. The experimental design was a Latin square trial. The animals were submitted to the method of fecal collection by sedimentation. The IPS had the best CDaED index of 84.33%. For CDaPD, there were no significant differences between treatments, with values above 90%. The largest value of digestible energy (ED) was 4139Kcal ED / kg for the IPS. To digestible protein (PD), the IPS showed the value of 79.11%, followed by the FSB, and FSC FSP. After the stool collection period, fish were fed for 45 days for evaluation of hematological and biochemical parameters. For blood tests, were captured at random eight fish weighing on average 94.17 ± 8.60 g. Through blood tests, there was a significant difference between treatments for hematological parameters of hemoglobin and hematocrit to biochemical parameters showed higher triglyceride levels in the analysis of basal diet. It follows that all foods have excellent CDa evaluated with values above 90% protein digestibility. Derivatives of soy are foods high protein, with excellent rates of apparent availability of its nutrients. The soy-based diets do not cause harm to health of tilapia compared with the reference diet, and can be used as food in order to formulate least cost rations of flour in place of animal origin for this species.

Keywords: soy, fish nutrition, feed evaluation, hematology.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura, pois possui um grande potencial hídrico. Para isto, são indispensáveis estudos sobre dietas que atendam as exigências nutricionais das espécies e que proporcionem melhores condições fisiológicas e saúde aos peixes buscando prevenir doenças, melhorar o desempenho produtivo e conseqüentemente aumentar a sobrevivência dos peixes (Camargo & Pouey, 2005).

As tilápias constituem-se o segundo grupo de peixes de maior importância na aquicultura mundial (Lovshin, 1998), são de baixo nível trófico (onívora) e destacam-se em cultivos por apresentar crescimento rápido e rusticidade (Hayashi et al., 1999). Além de carne de excelente qualidade com boa aceitação no mercado consumidor, sendo a mais apropriada para a indústria de filetagem, tornando-a uma espécie de grande interesse para a piscicultura (Hayashi et al., 2002).

Na aquicultura intensiva, o custo com a alimentação corresponde a mais da metade do custo total de produção. A nutrição dos peixes diferencia-se dos demais animais pelo elevado nível protéico e por ser esta a fração mais onerosa na ração. Portanto, há uma busca por fontes alternativas e ingredientes de menor custo, a fim de tornar a criação mais econômica e lucrativa (Galdioli et al., 2000).

Alimentos protéicos alternativos à farinha de peixe têm sido estudados com o objetivo de diminuir o custo das rações aquícolas (Meurer et al., 2003), entretanto, um dos problemas encontrados para o uso destes materiais é a falta de informação dos valores de digestibilidade de seus nutrientes (Mukhopadhyay & Ray, 1997).

A proteína é um nutriente essencial para o crescimento dos peixes e tem sido bastante estudada em dietas para produção de peixes (Muñoz-Ramírez, 2002), e sua qualidade é determinada pelo nível e a disponibilidade de aminoácidos essenciais que a

constituem. Na dieta dos peixes, a proteína deve conter quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e não essenciais para evitar problemas de deficiência nutricional (Roberts, 2002).

O farelo de soja é a principal fonte protéica de origem vegetal, pela sua disponibilidade no mercado nacional, pelo elevado valor nutritivo e alta produção, podendo ser considerada como um dos alimentos essenciais para a nutrição animal. Entretanto, apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem que a mesma seja utilizada “in natura” na formulação de dietas comerciais (Karr-Lilienthal et al., 2005).

Quando processado adequadamente, é altamente palatável e digestível, sendo os mais preconizados: tostagem por calor, cozimento, extrusão seca ou úmida que propiciam a eliminação dos fatores antinutricionais ou reduzi-los a níveis seguros (Araba & Dale, 1991).

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrigueto et al., 1982). A digestibilidade de uma ração pode ser definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos na mesma (Pezzato et al., 2002).

Estudos hematológicos em peixes são considerados uma ferramenta importante na avaliação do estado de saúde dos mesmos (Noga, 2000) que estimulados, por situações de estresse e/ou enfermidade, podem oferecer resultados positivos ou negativos em relação às dietas utilizadas. Conhecer as condições morfofisiológicas das espécies quando estas estão em ambiente natural é de suma importância, para monitorá-las quando esses animais são mantidos em cativeiro.

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade aparente dos derivados da soja pelo método indireto, com a utilização do óxido cromo como indicador através da coleta de fezes por sedimentação e os parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia do Nilo (*O. niloticus*), alimentadas com dietas a base de derivados soja e uma ração referência.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no Laboratório de Digestibilidade da - UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Campus de Toledo-PR no GEMaQ - Grupo de Estudos de Manejo em Aquicultura. Foram utilizados 385 juvenis de tilápia com peso médio inicial de $26 \pm 6,31$ g. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de quinze dias às instalações e manejo antes do início do experimento.

Os peixes foram distribuídos inteiramente ao acaso em cinco aquários de fundo cônico com capacidade de 90L, aos quais foram acoplados frascos coletores para a coleta de fezes por sedimentação através do Sistema de Guelf modificado.

A metodologia empregada para o delineamento experimental foi a de quadrado latino. Para cada avaliação deu-se um intervalo de sete dias para a adaptação dos peixes à nova dieta.

A manutenção da qualidade de água foi realizada através da renovação de aproximadamente 40% do volume no período da manhã às 7:30h. e após a coleta e ao final da tarde, após a última alimentação às 5:30h, evitando desta forma, possíveis resíduos alimentares que pudessem comprometer as avaliações. A unidade experimental considerada foi um “pool” de fezes coletadas a cada sete dias.

A ração utilizada foi a extrusada, para garantir a flutuabilidade e as sobras pudessem ser recolhidas após o arraçoamento diário. As rações deste experimento foram elaboradas através do programa Supercrac® e processadas no laboratório de rações experimentais do GEMaQ. Os alimentos que faziam parte da composição da mesma foram moídos em moinho tipo faca com peneira de 0,5mm.

A porcentagem de inclusão do alimento teste foi de 30% para os farelos de soja convencional, extrusado e prensado e branco, já o isolado protéico de soja teve inclusão de 20% na ração. Após serem pesados todos os ingredientes, adicionou-se 0,1% de óxido

cromio (Cr_2O_3), como indicador incorporado na ração, conforme metodologia indireta. Posteriormente os ingredientes foram misturados e peneirados três vezes em peneira de 0,5mm até que obteve-se uma ração homogênea para que pudesse ser passada pela máquina extrusora marca EX-MICRO[®] com capacidade de produção para 10 kg.h⁻¹. Após extrusada, esta foi seca em estufa com circulação forçada a 55°C durante 24h e armazenada em refrigerador.

Os tratamentos experimentais foram compostos por quatro farelos de soja: Branco (FSB), Convencional (FSC), Isolado protéico de Soja (IPS) e Soja extrusada e prensada (FSP), adquiridos em agroindústrias da região do Oeste do Paraná, e um tratamento referência. (Tabela 2)

As variáveis químicas da água (pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido) foram monitoradas uma vez por semana no início do dia anteriormente a renovação da água, enquanto que a temperatura foi medida diariamente pela manhã e tarde. A água utilizada no laboratório foi proveniente de um poço semi-artesiano que abastece o laboratório e armazenada em caixa d'água de 500L, equipada com aquecedor e termostato.

Os valores da composição química dos farelos de soja como matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e o índice da atividade ureática (IAU), foram analisados segundo (AOAC, 2000).

Tabela 2 Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de derivados de soja para a tilápia-do-Nilo.

Alimentos (<i>Foods</i>)	Qtde/Kg
Soja Farelo 45%	
<i>Soybean meal</i>	3138,00%
Arroz Quirera	
<i>Broken rice</i>	2134,00%
Milho Grão	
<i>Corn</i>	1895,00%
Peixe Farinha 60%	
<i>Fish meal</i>	1500,00%
Trigo Grão	
<i>Wheat</i>	1000,00%
Óleo de Soja	
<i>Soybean oil</i>	150,00%
Suplemento mineral e vitamínico ¹	
<i>Suplement</i>	100,00%
Fosfato bicálcico	
<i>Dicalcium phospate</i>	80,00%
Antioxidante B H T	
<i>Antioxidant BHT</i>	2,00%
Total:	100,00%
Nutriente	Atendimento
Amido	33,00%
Cálcio	1,00%
ED tilápia	3290,8Kcal/Kg
Fósforo Total	0,80%
Gordura	3,80%
Protéina Bruta	28,00%

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K₃, 1.000mg; Vit. B₁, 1.500mg; Vit. B₂, 1.500mg; Vit. B₆, 1.500mg; Vit. B₁₂, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

O arraçoamento durante o período experimental foi realizado até a saciedade aparente dos peixes, cinco vezes ao dia, duas no período da manhã às (8:30 e 10:30h), e três vezes à tarde (13:30, 15:30 e 17:00h).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) as fezes foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55°C durante 24h, posteriormente foram moídas em moinho especial para amostras laboratoriais, e em seguida, peneiradas para a retirada de possíveis escamas existentes. Os farelos de soja também passaram pelo mesmo processo de moagem. Também foram realizadas análises de matéria seca, proteína e extrato etéreo dos farelos de soja e fezes provenientes de cada tratamento.

As determinações da concentração de cromo nas fezes e nas rações foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica segundo Kimura e Miller (1957) no laboratório de análises químicas da FUNTEC - Fundação de Desenvolvimento Tecnológico de Toledo/Toledo-PR., para posterior cálculo do coeficiente de digestibilidade.

O cálculo dos CDa da matéria seca (MS), Proteína bruta (PB) e energia digestível (ED) foram realizados de acordo com as equações utilizadas por NRC (1993) e Mukhopadyay & Ray (1997):

$$Dtd = 100 - 100 \left(\frac{\% Id}{\% If} \right)$$

$$Dand = 100 - 100 \left(\frac{\% Id}{\% If} \times \frac{\% Nf}{\% Nd} \right)$$

$$Dams = \frac{100}{\%ing} \left(Dtdtes - \frac{\%dref}{100} \times Dtdref \right)$$

$$Daning = \frac{100}{\%ing} \left(Dandtes - \frac{\%dref}{100} \times Dandref \right)$$

No qual:

Dtd é a digestibilidade total da dieta-referência e da dieta teste (%);

Dand é a digestibilidade aparente dos nutrientes nas dietas-referências e teste (%); *Id* é o indicador na dieta;

If é o indicador nas fezes;

Nf é o nutriente nas fezes;

Nd é o nutriente na dieta;

Dams é a digestibilidade aparente da matéria seca do ingrediente;

Dtdtes a digestibilidade total da dieta-teste; *dref* é a dieta-referência;

Dtdref é a digestibilidade total da dieta-referência;

Daning é a digestibilidade aparente do nutriente do ingrediente;

Dandtes é a digestibilidade do nutriente da dieta-teste;

Dandref é a digestibilidade do nutriente da dieta-referência.

Parâmetros hematológicos

Para a determinação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo, os peixes foram mantidos nas mesmas cubas do experimento de digestibilidade por um período de 45 dias após a coleta das fezes, para a coleta sanguínea.

As rações experimentais fornecidas foram as mesmas utilizadas no experimento de digestibilidade. A alimentação foi distribuída num delineamento inteiramente casualizado.

As cubas possuíam aeração constante, as quais foram renovados o volume de água em 20% diariamente pela manhã e à tarde. Os parâmetros físico-químicos da água foram mensurados semanalmente, enquanto que a temperatura foi monitorada diariamente.

Para as análises sanguíneas, foram retirados aleatoriamente oito peixes de cada tanque, sendo considerado cada peixe uma repetição, assim totalizando 40 tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) com peso médio final de $94,17 \pm 8,60$ g. cada.

Avaliações hematológicas

Os peixes foram anestesiados com solução de Eugenol® (60mg/L.), em seguida, por punção da veia caudal, colheu-se com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%), 2,0 mL de sangue de cada animal. Essa alíquota destinou-se à contagem do número

de eritrócitos em câmara de *Neubauer* sob microscópio óptico com objetiva de 40 vezes, após diluição do sangue com líquido de *Hayem* (Collier, 1944), a determinação da hemoglobina foi realizada de acordo com Collier, (1944), hematócrito, segundo o método de Goldenfarb *et al.* (1971), volume corpuscular médio (VCM) (calcula volume eritrócitos). $VCM = (Htc * 10) / Hm * 10^6$, de acordo com Vallada (1997) hemoglobina corpuscular média (HCM) (mede a quantidade hemoglobina existente nos eritrócitos). $HCM = (Hb * 10) / Hm * 10^6$, e a concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM) (mede a concentração dos pigmentos nos eritrócitos) $CHCM = (Hb * 100) / Htc$, de acordo com Ranzani-Paiva (2005).

No qual:

Htc= hematócrito

Hm= hemáceas

Hb= hemoglobina

Avaliações bioquímicas

Para a determinação de triglicerídeos e proteínas totais utilizaram-se soro colhido sem EDTA (10%). Para a glicose, utilizou-se plasma colhido com EDTA (10%) e imediatamente separado por centrifugação. As análises foram realizadas utilizando “Kits” Gold Analisa®, específicos para cada análise e a leitura realizada por espectrofotometria.

Avaliação Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ANOVA – *one way* com 5% de probabilidade, quando observadas diferenças significativas aplicou-se o teste de Tukey à posteriori. Quando os resultados não apresentaram homogeneidade, logaritimizou-se os dados para linearizar as equações. O programa utilizado foi o *Statistic 7.0.* (StatSoft, Inc., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Digestibilidade

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, da água dos aquários durante o período experimental foram de $27,9\pm 0,48^{\circ}\text{C}$; $5,45\pm 1,64\text{mg/L}$; $7,04\pm 0,26$; e $84,63\pm 10,19\mu\text{S/cm}$, respectivamente. Estes valores estão dentro da faixa aceitável para criação de peixes de clima tropical (Boyd, 1990).

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo dos farelos de soja utilizados neste trabalho.

Tabela 3. Valores médios da composição centesimal dos derivados de soja (matéria natural), utilizados na elaboração das rações experimentais.

Ingredientes	Matéria Seca (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)
Farelo de soja branco	93,35	53,4	1,85
Farelo de soja convencional	92,42	49,6	1,25
Farelo de soja extrusado e prensado	92,37	42,2	8,35
Isolado protéico de soja	92,83	86,8	0,65

Análises realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade/UNIOESTE-GEMAq.

De acordo com as especificações para farelos de soja da Associação Americana de Processamento de Óleos (AAPO), os farelos de soja que possuem teor de proteínas de 44 a 49% devem apresentar no mínimo 0,5% de extrato etéreo, umidade máxima de 12%. Já a fibra bruta deve conter no máximo 7% para farelos de 44% PB e entre 3,3 a 3,5% para farelos com teor de 48% de PB (Belaver, 2002).

Os farelos de soja deste trabalho apresentaram valores entre 42,2 a 86,8% de PB na matéria natural, estes valores caracterizam a soja como um alimento com alto teor de PB. Segundo Moraes et al. (2006) teores de proteína e óleo em sementes de soja determinam seu valor comercial.

O teor de proteína de 86,8% do IPS deve-se ao fato de que este ingrediente é produzido a partir dos flocos de soja, através de um processo que utiliza extração aquosa e

aquecimento mínimo. Este produto é praticamente livre de carboidratos e de gordura, tendo 90% de proteína em peso seco (Solae Company, 2006).

Os farelos de soja desta tabela quando comparados com o farelo de soja branco apresentam teores semelhantes aos valores encontrados neste trabalho, já o farelo de soja prensado assemelha-se com os valores do farelo de soja integral, devido ao tipo de processamento utilizado, onde o teor de (EE) foi superior aos demais.

Para avaliar o grau de processamento térmico no FS existem vários métodos, entre os quais o índice de atividade ureática (IAU), a solubilidade da proteína em KOH, atividade inibidora de tripsina e capacidade de coloração da proteína processada. O IAU tem sido usado há muitos anos, baseado no princípio de que o calor desnatura a urease e os inibidores de tripsina em mesma proporção. (Araba & Dale, 1991).

A Indústria Americana do Soja recomendou IAU de 0,05 a 0,20 entre diferença no pH, na tentativa de identificar os extremos do processamento. Muito embora esse método possa identificar sub-processamento, frequentemente falha na identificação de super-processamento.

Abaixo encontra-se a tabela 4 com os índices de atividade ureática dos farelos de soja utilizados neste trabalho e também das rações compostas por eles.

Tabela 4 Índice de Atividade Ureática das Rações e dos Farelos de Soja.

Índice de Atividade Ureática	
Amostras	Médias (pH)
Farelo de soja extrusado e prensado (FSP)	0,04
Farelo de soja branco (FSB)	2,03
Isolado protéico de soja (IPS)	0,06
Farelo de soja convencional (FSC)	0,04
Ração referência	0,01
Ração soja extrusado e prensado	0,02
Ração soja branco	0,02
Ração isolado protéico de soja	0,03
Ração soja convencional	0,02

Podemos observar que o IAU do FSB ficou em pH de 2,03, mas quando avaliado o IAU da ração extrusada com farelo de soja branco, esta apresentou índice de pH de 0,02, isto deve-se ao fato de que a ração passou por um processo de aquecimento durante a sua extrusão, então o processamento, indica através do IAU, que o calor foi efetivo na destruição da maioria das moléculas inibidoras da digestão.

Segundo Boonyaratpalin et al. (1998), a utilização de farelo com atividade ureática acima de 1,8 (mudança de unidade de pH) é associada ao menor desempenho e digestibilidade da proteína.

Na Tabela 5, estão apresentados os coeficientes e valores de digestibilidade e digestibilidade aparente da energia dos farelos de soja para a tilápia-do-Nilo.

Tabela 5 Coeficientes e valores de digestibilidade aparente da energia dos farelos de soja para a tilápia-do-Nilo.

Alimentos (<i>Foods</i>)	Variáveis			
	CDaEB	CDaPB	ED	PD
Farelo de Soja Branco (FSB)	77,77bc	95,15a	3306c	47,97b
Isolado Protéico de Soja (IPS)	84,33a	96,42a	4139a	79,11a
Farelo de Soja Extrusado e Prensado (FSP)	76,93bc	91,83a	3614b	39,55c
Farelo de Soja Convencional (FSC)	72,92c	92,78a	3070d	46,59b
CV (%)	4,60*	2,57ns	4,78*	2,67*

CDaEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta; CDaPB: Coeficiente da digestibilidade aparente da proteína bruta; ED: Energia digestível; PD: Proteína digestível; *Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas são diferentes em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O presente trabalho visou a determinação da digestibilidade aparente de alimentos protéicos a base de farelo de soja para a tilápia-do-Nilo, pois tratam-se de fontes com ótimo potencial de utilização pela tilápia, basicamente em função de seu elevado valor protéico. O isolado protéico de soja apresentou 79,11% de PD, o farelo Branco e a Soja convencional

apresentaram valores de 47,97 e 46,59% e a soja extrusada e prensada apresentou 39,55% de PD. O valor encontrado por Boscolo et al (2002) quando estudou o farelo de soja convencional, foi de 42,19% de proteína digestível, encontrando-se próximo aos valores dos farelos avaliados neste trabalho.

Os CDaPB do FS (91 a 96%) foram semelhantes ao avaliado para a tilápia por Degani et al. (1997b) (94,61%) e muito próximo aos determinados por Hanley (1987) (90,73%) para a tilápia, Nengas et al. (1995) para *Spauratus auratus* (90,90%), e Aksnes & Opstvedt (1998) para a truta (91,10%), sendo superior ao encontrado por Degani et al. (1997a) para carpa (*Cyprinus carpio*) (69,83%).

Os valores de Energia digestível (ED) foram de 4139 Kcal de ED/Kg para o IPS, que se destacou, apresentando o valor de ED superior aos demais farelos. O FSP apresentou o valor de 3614 Kcal de ED/Kg, o FSB 3306Kcal de ED/Kg e o FSC 3070 Kcal de ED/Kg. Os valores de ED aparente, demonstraram que o farelo de soja apresentou teor de ED semelhante ao apresentado por Pezzato et al. (2002) com o valor de 3064 Kcal/Kg, que também mostra-se semelhante a Degani et al. (1997), que realizaram estudo com a carpa comum e obtiveram 3116Kcal/kg. Já um trabalho realizado por Boscolo et al. (2002), que quando analisada a energia digestível do farelo de soja, apresentou o valor de 3057,63, este muito próximo ao encontrado neste trabalho para o FSC, demonstrando que a tilápia do Nilo, por ser um peixe de hábito alimentar onívoro, apresenta melhor aproveitamento da energia de alimentos de origem vegetal quando comparada aos carnívoros.

O IPS revelou-se melhor que os outros farelos testados com o valor de 84,33% para o CDaEB, seguido dos FSB e o FSP que apresentaram valores próximos de 77,77 e 76,93% e o FSC com 72,92%. Para o CDaPB, não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando valores entre 96,42% para o IPS e 91,83% para o FSP.

É de grande importância a determinação dos valores de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia digestível dos mais variados alimentos para as principais espécies de peixes comercialmente cultivadas. Estes resultados possibilitam a determinação das exigências nutricionais, com base em nutrientes digestíveis, para a formulação de rações com melhor qualidade nutritiva e ótimo desempenho produtivo, visando a inclusão de alimentos alternativos de menor custo, afim de tornar a criação mais lucrativa.

Hematologia

Durante o período experimental os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade foram de $26,7 \pm 0,48^\circ\text{C}$; $5,38 \pm 1,64\text{mg/L}$; $7,12 \pm 0,26$; e $87,4 \pm 10,19\mu\text{S/cm}$, respectivamente.

Como o IPS possui elevado valor protéico, foram acrescentados apenas 20% deste alimento na ração, para as demais sojas foi acrescentada a quantidade de 30%. A ração referência utilizou apenas 3% de farelo de soja na formulação.

As médias e o desvio padrão das variáveis hematológicas das tilápias alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores médios, desvio padrão, das análises hematológicas em *O. niloticus*, alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína de soja.

Tratamento	Eritrócito ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)	VCM (μm^3)	CHCM (g/dL)	HCM ($\mu\mu\text{g}$)
FSB	$2,03^a \pm 0,21$	$8,88^a \pm 1,03^*$	$35,64^{ab} \pm 1,67$	$176,62^a \pm 16,06$	$24,91^a \pm 2,01^*$	$43,82^a \pm 4,71$
Referência	$2,21^a \pm 0,28$	$7,57^{ab} \pm 1,51$	$38,35^a \pm 2,96^*$	$176,16^a \pm 28,41$	$19,91^b \pm 4,34$	$34,92^a \pm 8,49$
IPS	$1,89^a \pm 0,32$	$7,24^b \pm 0,89$	$33,06^{ab} \pm 6,28$	$175,98^a \pm 28,76$	$22,29^{ab} \pm 3,03$	$38,72^a \pm 4,77$
FSP	$1,90^a \pm 0,33$	$7,29^b \pm 2,80$	$34,58^{ab} \pm 7,28$	$184,46^a \pm 44,68$	$21,63^{ab} \pm 3,87$	$38,79^a \pm 6,27$
FSC	$1,88^a \pm 0,38$	$7,75^{ab} \pm 2,13$	$32,16^{ab} \pm 8,78$	$171,90^a \pm 30,03$	$24,10^{ab} \pm 2,90$	$41,28^a \pm 6,93$

VCM: Volume corpuscular médio; CHCM: Concentração da hemoglobina corpuscular média; HCM: Hemoglobina corpuscular média; *Médias na mesma coluna, seguidas se letras distintas são diferentes em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os valores médios relatados para contagem de eritrócitos, volume corpuscular médio e hemoglobina corpuscular média, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos teste e a ração referência.

A hemoglobina o hematócrito e o CHCM das tilápias, quando comparados com os estudos de Tavares-Dias et al (2000a), apresentaram valores semelhantes ao deste trabalho.

Segundo Tavares-Dias & Moraes (2004) as características do eritrograma podem ser alteradas em decorrência da influência de fatores ambientais e de fatores fisiológicos, como o tempo de contenção do peixe para a obtenção do sangue, atuando como forma de estresse, a metodologia de colheita sangüínea, o uso de anticoagulantes, o uso de anestésicos e o tempo decorrido da colheita do sangue e as análises.

As médias e o desvio padrão das análises bioquímicas em *O. niloticus*, alimentados com rações contendo diferentes farelos de soja, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Valores médios, desvio padrão, das análises bioquímicas em *O. niloticus*, alimentados com rações contendo diferentes farelos de soja.

Tratamento	Glicose (mg/dL)	Proteína (mg/mL)	Triglicerídeos (mg/dL)
Ração Farelo Soja Branco	57,91 ^a ±29,03	3,21 ^a ±0,55	119,66 ^b ±53,72
Ração Referência	38,50 ^a ±14,59	3,33 ^a ±0,40	223,65 ^a ±99,52*
Ração Isolado Protéico Soja	54,73 ^a ±28,70	3,12 ^a ±0,149	105,16 ^b ±26,72
Ração Extrusada e Prensada	38,55 ^a ±10,57	3,43 ^a ±0,58	89,81 ^b ±26,41
Ração Soja Convencional	56,61 ^a ±17,33	3,01 ^a ±0,49	74,21 ^b ±22,94

*Médias na mesma coluna seguidas se letras distintas são diferentes em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos valores de triglicerídeos, nos peixes alimentados com a ração referência, este aumento pode estar relacionado a porcentagem dos ingredientes utilizados neste tratamento, pois na formulação da ração referência não foi acrescido os farelos de soja teste.

Os níveis de proteína não variaram estatisticamente entre os tratamentos estudados.

CONCLUSÕES

- ❑ Conclui-se que os derivados de soja são alimentos altamente protéicos;
- ❑ Os animais deste experimento não demonstraram variações hematológicas que pudessem estar relacionadas diretamente com as dietas fornecidas a base de soja;
- ❑ Todos os farelos avaliados apresentaram ótimos índices de digestibilidade, podendo ser incluídos em rações sem prejuízos a espécie estudada.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v.161, p.45-53, 1998.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. Paraná: Nobel, 1982. v.1. 395p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. HORWITZ, W. (Ed) Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 17 ed. Arlington: AOAC Inc. v.1 e v.2. 2000.

ARABA, M.; DALE, N.; Evaluation of protein solubility as a indicator of over processing soybean meal. **Poultry Sci.** 69: 76,1991.

AZEVEDO, T. M. P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.; FRANCISCO, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: Comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no Vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. B. Inst. Pesca, São Paulo, 32(1): 41-49, 2006.

BEALVER, C.; SNIZEK JR., P.N.; Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves Nutricionista Animal, PhD – Embrapa Suínos e Aves Concórdia – SC, 2002.

BOONYARATPALIN, M. et al. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass (*Lates calcarifer*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, p.67-78, 1998.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; Digestibilidade Aparente de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co, 1990. 482p.

CAMARGO, S. G. & POUHEY, J.L. Aqüicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.4, p.393- 396, out-dez, 2005.

COLDEBELLA, I. J.; RADÜNZ NETO, J.R.; FARELO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.3, p.499 503, 2002.

COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. *Canadian Medical Association Journal*, Vancouver, v.50, p.550-552, 1944.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, M. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture Research**, v.28, p.23-28, 1997.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* X *O. niloticus*). **The Israeli Journal Aquaculture**, v.49, n.3, p.115-123, 1997b.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.S.; FURUYA, W.M.; NAGAE, M.Y.; Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.) **Acta Scientiarum** 22(2): 471-477, 2000.

GOLDENFARB, P. B., BOWYER, F.P., HALL, E., et al. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, New York, v.56, p.35-39, 1971.

HANLEY, f. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). **Aquaculture**, v.66, p.163-179, 1987.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.733-737, 1999.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F.; Exigência de Proteína Digestível para Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a Reversão Sexual **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.823-828, 2002 (suplemento)

KARR-LILIENTHALA, L.K.; KADZEREB, C.T.; GRIESHOPC, C.M.; FAHEY, G.C.; Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review; **Livestock Production Science** 97 (2005) 1 –12

KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal of Agricultural Foodstuffs Chemistry**, v.5, n.2, p.216. 1957.

LOVSHIN, L.L. Red tilapia or Nile tilapia: which is the best culture fish? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p.179-198.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2)

MORAES. R.M.A., JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS,E.G.; MOREIRA,M.A.; Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, maio 2006.

MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p.683-689, 1997.

MUÑOZ-RAMÍREZ, A. & CARNEIRO, D. J. Suplementação de lisina e metionona em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n.4, p. 909-916, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington, D.C.: 1993. 114p.

NENGAS, I.; ALEXIS, M.N.; DAVIES, S.J. et al. Investigation to determine digestibility coefficients of various raw materials in diets for gilthead sea bream *Spauratus auratus L.* **Aquaculture Research**, v.26, p.185-194, 1995.

NOGA, E. Fish leukocyte responses. In: Feldman, B.F.; Zinkl, J.G.; Jain, N.C. **Veterinary hematology**, (Ed. Fifth). 2000, p. 436-439.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia de peixes – Técnicas hematológicas de pesquisa de hemoparasitos, Curso: Hematologia aplicada à Piscicultura. Instituto de Pesca – São Paulo SP, CAUNESP-UNESP, 2005

ROBERTS, R. J. 2002. Nutritional Pathology: Pages 453-504. in J. E. Halver and R.W. Hardy, editors. Fish Nutrition 3ed.

STATSOFT, INC. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

SWICK, R.A. Update on the use of soybean meal for growing pigs. MITA(P) NO. 044/11/96 (Vol. sw12-1997). <http://www.pacweb.net.sg/asa>. Consultado em 15 março 2009.

TAVAARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; SILVA, E.D.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Características hematológicas de *O. niloticus* cultivada intensivamente em “pesque-pague” do município de Franca, São Paulo, Brasil. *Rev. Veterinária, Jaboticabal*, v.16, p.76-82, 2000^a.

TAVARES-DIAS, M. & MORAES, F. R., Hematologia de peixes Teleósteos. Ribeirão Preto-SP, 144p. 2004.

The Solae Company. Fundamentos da Soja – Proteína de Soja. Disponível em: <<http://www.solae.com.br/soyessentials/soyprotein.html>>. Acesso em: 21 out. 2006.

VALLADA E. P. Manual de Técnicas Hematológicas. Editora ATHENEU. p.38, 1997.

DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADAS COM DIETAS A BASE DE DERIVADOS DA SOJA

RESUMO: Neste experimento objetivou-se avaliar o desempenho das tilápias alimentadas com rações contendo farelo de soja branco (FSB), isolado protéico de soja (IPS), farelo de soja convencional (FSC) e soja extrusada e prensada (FSP). Foram utilizadas 200 tilápias com peso inicial médio de $3,6 \pm 0,10\text{g}$ e comprimento inicial médio de $5,2 \pm 0,69\text{cm}$, distribuídos inteiramente ao acaso em 20 hapas dispostas em um tanque com volume de 25m^3 de água, equipado com aeração constante, no interior de uma estufa. As dietas foram formuladas de forma a apresentarem-se isoprotéicas (28%) e isoenergéticas (3.300Kcal de ED/Kg) utilizando diferentes fontes protéicas derivados de soja, totalizando quatro tratamentos e cinco repetições. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia até a saciedade aparente dos animais. Os parâmetros zootécnicos avaliados foram: ganho de peso (GP); conversão alimentar (CA); taxa de eficiência protéica (EP); sobrevivência (SO); fator de condição (FC); comprimento final (CF); biomassa final (BF) e taxa de crescimento específico (TC). As composições centesimais avaliadas nos peixes foram: umidade, matéria seca, proteínas, extrato etéreo e matéria mineral. Ao final do experimento, não foram observadas diferenças significativas quanto ao desempenho produtivo e composição centesimal dos peixes. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que pode-se utilizar os derivados de soja como fonte protéica em rações para tilápias-do-Nilo sem causar prejuízo no desempenho desta espécie.

Palavras-chaves: proteína vegetal, nutrição, desempenho, soja.

PERFORMANCE OF NILE TILÁPIA FED DIETS DERIVATIVES OF SOYBEAN

ABSTRACT: This experiment aimed to evaluate the performance of tilapia fed diets with soybean meal white (FSB), soy protein isolate (IPS), conventional soybean meal (FSC) and extruded soybeans and pressed (FSP). We used 200 tilapia with average initial weight of $3,6\pm 0,10$ g average initial and total length of $5,2\pm 0,69$ cm, distributed in 20 experimental cages, arranged in a tank with a capacity of 25m^3 of water with constant aeration, installed in a greenhouse. The distribution of treatments was in experimental randomized with four treatments and five replicates for 60 days. Five isonitrogenous diets were prepared (28% and isocaloric (3,300kcal ED/ kg) with different protein sources. The feeding was performed four times daily to apparent satiation of the animals. The parameters evaluated were: weight gain (WG); feed conversion (FC) efficiency (EFI), survival (SO), condition factor (CF), length (CF), final biomass (FB) and rate specific growth rate (SGR). The parameters of the composition of the fish were measured: moisture, dry matter, protein, lipid and ash.. At the end of the experiment, there were no significant differences for growth parameters and the parameters of the composition according to the results conclude that you can use soy products as protein source in diets for Nile tilapia without harming the performance of this species.

Keywords: vegetable protein, nutrition, performance, soybeans.

INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se nos diferentes sistemas de cultivo por apresentar rápido crescimento, rusticidade ao manejo, fácil reprodução e excelente desempenho produtivo (Hayashi et al., 1999; Boscolo et al., 2001). Além de serem de baixo nível trófico, fato este que as coloca em vantagem em relação às espécies carnívoras que necessitam grande quantidade de farinha de peixe nas rações (Fitzsimmons, 2000).

Rações que contenham a adição de alimentos de origem animal podem resultar em elevados teores de minerais, como cálcio e fósforo, além algumas destas fontes serem de elevados custos, o que encarece as dietas. Um interessante fator de *marketing* atual é a utilização de alimentos de origem vegetal na composição das rações animais, pois além de terem custos relativamente inferiores aos alimentos de origem animal, apresentam interessante composição nutricional, destacando-se o farelo de soja e seus derivados.

Embora pesquisas indiquem que sua inclusão em dietas para peixes possam ser limitadas pela disponibilidade de fatores anti-nutricionais (Pezzato et al., 2002), investigações recentes utilizando diferentes processos de extração de óleo o melhoramento genético dos cultivares têm demonstrado que este alimento pode ser utilizado em dietas animal e humanas com excelente disponibilidade de seus nutrientes (Karr et al., 2005; Cruz-Suárez et al., 2009).

O farelo de soja é um alimento protéico de boa disponibilidade no mercado nacional e, em razão da alta produção de soja e de seu processamento para extração de óleo, este alimento constitui a principal fonte protéica utilizada por animais monogástricos, como aves, suínos e peixes (Meurer et al., 2008).

Segundo Pezzato et al., (1995), pode-se substituir até 50% da FP nas rações para trutas, entretanto, para as espécies onívoras, a substituição pode ser feita até 94%. Algumas

desvantagens devem ser ressaltadas quanto a sua utilização, devido à presença de fatores antinutricionais, como fatores antitripsínicos, que inibem a ação da tripsina, e γ -glutinina, que retarda a aglutinação das hemácias, ocasionando redução no crescimento dos peixes. Alguns desses fatores podem ser inativados ou destruídos, pelo processo de aquecimento ou secagem (Galdioli, 2000).

Embora a indústria de rações utilize o tratamento térmico para eliminar esses fatores antinutricionais, Soto-Salanova et al. (1996) relataram que níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases se mostraram bastante razoáveis em diferentes amostras de farelo de soja.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento de rações a base dos derivados de soja: farelo de soja branco (FSB), isolado protéico de soja (IPS), farelo de soja convencional (FSC) e soja extrusada e prensada (FSP), sobre o desempenho de tilápias-do-Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Campus de Toledo-PR no Grupo de Estudos de Manejo em Aqüicultura – GEMAQ, por um período de 60 dias.

Foram utilizadas 200 tilápias com peso inicial médio de $3,6 \pm 0,10$ g, e comprimento total médio inicial de $5,2 \pm 0,69$ cm, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em 20 hapas experimentais de pequeno volume confeccionadas com tela plástica (sombrite) nas dimensões $0,45 \times 0,45 \times 0,60$ m ($0,12$ m³), totalizando quatro tratamentos e cinco repetições, onde foram distribuídos 10 peixes por tanque-rede.

O tanque circular, instalado dentro de uma estufa, onde foram dispostos, possuía capacidade para 25m³ de água e aeração constante. A água deste tanque era sifonada através de mangueiras a cada 15 dias, com renovação de 50% do seu volume total.

Para a execução do experimento foram elaboradas quatro rações experimentais a base de derivados de soja, sendo o farelo de soja extrusado e prensado FSP, farelo de soja branco FSB, farelo de soja convencional FSC e o isolado protéico de soja IPS.

Todas as rações foram formuladas de modo a serem isoenergéticas com 3.300Kcal/Kg de energia digestível e isoprotéicas com 28% de proteína bruta (PB). A composição percentual e química das rações estão apresentadas na tabela 8.

Tabela 8: Composição percentual das rações experimentais utilizadas no desempenho de tilápias-do-Nilo.

INGREDIENTES (%)	Fontes Protéicas			
	FSP ¹	IPS ²	FSB ³	FSC ⁴
Alimento Teste	35,70	18,00	29,49	30,36
Milho	32,55	45,70	40,19	31,84
Farinha de Vísceras	20,58	17,90	20,19	20,84
Arroz quirera	5,88	2,00	2,00	8,50
Farelo de Trigo	2,00	11,00	2,00	2,00
Óleo de Soja	0,04	1,55	2,82	3,50
Fosfato Bicálcico	0,94	0,93	0,89	1,09
Calcário Calcítico	0,68	1,04	0,73	0,63
Suplemento mineral e vit. ⁵	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal Comum	0,30	0,30	0,30	0,30
DL metionina	0,19	0,23	0,20	0,20
L lisina	0,00	0,21	0,05	0,07
Antifúngico (Propionato de cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02
Calcário Calcítico	0,68	1,04	0,74	0,63
TOTAL	100	100	100	100
NUTRIENTES (%)				
Amido	25,17	33,21	27,09	26,64
Cálcio	1,50	1,50	1,50	1,50
ED Tilápia (Kcal/Kg)	3300,00	3300,00	3300,00	3300,00
Fibra Bruta	3,20	2,61	2,51	2,76
Fósforo Total	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura	6,89	5,67	7,14	7,42
Lisina	1,67	1,67	1,67	1,67
PD Tilápia	28,00	28,00	28,00	28,00
PB	31,14	31,32	30,77	31,06

¹FSP: farelo de soja extrusada e prensada; ²IPS: isolado protéico de soja; ³FSB: farelo de soja branco; ⁴FSC: farelo de soja convencional; ⁵Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K₃, 1.000mg; Vit. B₁, 1.500mg; Vit. B₂, 1.500mg; Vit. B₆, 1.500mg; Vit. B₁₂, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

Para fabricação das rações os alimentos foram pesados e moídos em moinho tipo martelo com peneira de malha 0,8 mm, posteriormente foram misturados e adicionados os micro nutrientes. As rações foram submetidas ao processo de extrusão com péletes de 2 mm, sendo as mesmas secas, embaladas e identificadas.

O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia às 9h, 11h30, 14h e 17h, até a saciedade aparente dos animais.

O pH, a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e o oxigênio dissolvido (mg/L) da água foram medidos quinzenalmente, enquanto a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foi monitorada diariamente pela manhã (9h) e à tarde (17h).

Ao final do período experimental os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas, posteriormente foram contados e pesados e medidos. Para avaliar a composição centesimal dos peixes, foram coletados 10 animais de cada tratamento, atordoados em gelo, eviscerados e transportados ao Laboratório de Controle de qualidade do GEMAq- UNIOESTE para posterior análises de umidade (UM), matéria seca (MS), proteína (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologia proposta pela AOAC (2000).

Foram avaliados os índices zootécnicos de peso inicial médio (PI), ganho de peso médio (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (EFI), fator de condição (FC) e sobrevivência (SOB).

Para o cálculo de peso inicial médio, utilizou-se a fórmula: peso inicial total do lote/quantidade de peixes do lote.

O ganho em peso médio (GP) pela fórmula: ganho em peso diário (g/dia) = peso final – peso inicial / dias de cultivo.

Para o cálculo da taxa de crescimento específico: ganho de peso final – ganho de peso inicial / dias de cultivo

Para o cálculo da conversão alimentar, utilizou-se a seguinte fórmula: CA = consumo de ração (g)/ganho de peso total(g), em que: o ganho de peso total (g) = biomassa total final (g) - biomassa total inicial (g).

Taxa de eficiência protéica: ganho de peso final/consumo de ração.

O fator de condição (K) foi calculado de $K = 100 \times P / L^3$, onde P = peso (g) e L = comprimento padrão (cm).

Sobrevivência: número de peixes final/número de peixes inicial*100

Ao final do período experimental os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA em nível de 5% de probabilidade, pelo protocolo GLM do Software Statistic 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros médios da água do sistema de criação durante o experimento foram: temperatura ($27 \pm 1^\circ\text{C}$), pH ($7,42 \pm 0,22$), condutividade elétrica ($158,4 \pm 6,08 \mu\text{S/cm}$) e oxigênio dissolvido ($2,63 \pm 1,04 \text{ mg/L}$), respectivamente. Os valores de temperatura, condutividade e pH encontram-se adequados ao cultivo de peixes em clima tropical (Boyd, 1990; Sipaúba-Tavares, 1995). No entanto, a baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido pode ser resultado do sistema utilizado ser um sistema fechado, no qual a troca de água foi realizada quinzenalmente e também pela ocorrência de macrófitas aquáticas no tanque.

Os parâmetros zootécnicos avaliados de GP, CA, EP, SOB, FC e TCE das tilápias submetidas ao arraçamento com fontes protéicas a base de derivados de soja na dieta não apresentaram diferenças estatísticas ($P < 0,05$) (Tabela 9). Indicando que as dietas a base de derivados de soja não influenciaram o desempenho produtivo dos peixes. Conseqüentemente, os derivados de soja utilizado no presente experimento apresentaram características nutricionais idênticas ao farelo de soja convencional comumente utilizados na formulação de dietas para animais.

Tabela 9: Parâmetros zootécnicos dos peixes submetidos às dietas a base de derivados de soja.

Variáveis	Fontes Protéicas				CV(%)
	Farelo soja convencional	Farelo soja branco	Farelo soja ext/prensado	Isolado protéico soja	
Peso Inicial médio	3,77	3,67	3,64	3,73	2,95
Ganho de Peso médio	17,76	20,93	17,74	16,55	32,79
Taxa de crescimento específico	2,88	2,85	2,8	2,74	
Conversão alimentar	1,39	1,26	1,37	1,33	26,01
Taxa de eficiência protéica	0,78	0,82	0,74	0,79	23,48
Fator de condição	1,82	1,91	1,82	1,75	7,26
Sobrevivência	90	92,5	88	86	7,54

* (P>0,05)

Soares et al. (2001) ao avaliaram a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia-do-Nilo, observaram que o farelo de soja proporciona melhores resultados quando substitui cerca de 50% da proteína total da ração. Neste trabalho as fontes protéicas a base de soja também forneceram cerca de 50% da proteína total da ração e observamos ótimo desempenho produtivo dos peixes em todos os tratamentos. A excelente qualidade nutricional da soja e sua elevada disponibilidade aminoacídica, aliada a alta disponibilidade comercial e baixo custo quando comparada à farinha de peixe a tornam um importante ingrediente a ser utilizado em dieta para peixes.

Produtos derivados da soja foram testados em dietas para o camarão *Litopenaeus vannamei* por Cruz-Suárez et al. (2009), os autores relataram melhores resultados de digestibilidade dos nutrientes nas dietas a base de derivados de soja em comparação à dieta referência a base de farinha de peixe. Tais resultados estão relacionados ao melhoramento genético e o surgimento de linhagens ou variedades de soja que melhor disponibilizam seus nutrientes (Moraes et al., 2006).

As taxas de crescimento específico dos peixes alimentados com dietas à base de derivados de soja não variaram significativamente ao longo do período experimental,

indicando que, os diferentes métodos de processamento do farelo de soja não influenciam no crescimento dos peixes. Os valores observados na taxa de crescimento específico dos peixes são superiores aos relatados por Silva et al. (2002). Demonstrando que os produtos derivados da soja independente do processamento apresentam-se como importante ingrediente à ser utilizado em dietas para peixes.

Os índices de conversão alimentar (CA) variaram de 1,26 a 1,39. Estes índices são inferiores aos encontrados por Soares et al. (2001) avaliando o desempenho de alevinos de tilápia alimentados somente com ração a base de farelo de soja como fonte protéica. Enquanto que a taxa de eficiência protéica encontrada por estes autores (1,95%) foi superior a encontrada neste trabalho (0,75%).

Meurer et al. (2008) estudaram o desempenho de larvas de tilápias-do-Nilo, alimentadas com diferentes níveis de farelo de soja e relataram um fator de condição médio de 0,32%, inferior a encontrada neste trabalho. Por ser uma forma de avaliar as condições de bem estar dos peixes no sistema de cultivo (Vazzoler, 1995) o fator de condição pode ser uma importante forma de comparação sobre o comportamento dos peixes que receberam as diferentes dietas à base de derivados da soja. Como não ocorreram variações significativas ao longo do período experimental no fator de condição dos peixes, podendo inferir que a inclusão dos diferentes derivados da soja na dieta não influenciou o estado nutricional dos peixes, os quais podem ser adicionados às dietas nos níveis testados no presente experimento sem causar prejuízos no desempenho das tilápias na fase de desenvolvimento.

Meurer et al. (2008) relataram redução na sobrevivência a medida em que se aumentava o grau de inclusão do farelo de soja na dieta, os dados observados por estes autores foram inferiores ao deste trabalho que apresentaram níveis de sobrevivência superiores a 86%. Possivelmente este resultado é devido a fase de criação dos peixes e a melhora na disponibilidade dos nutrientes provenientes da soja e seus derivados através da

utilização de linhagens geneticamente melhoradas e de aplicações de tecnologias que possibilitaram melhora nos métodos de processamento da mesma, para a obtenção de farelos com melhor qualidade e disponibilidade de seus nutrientes (Chou et al., 2004; Soares et al., 2006; Cruz-Suárez et al., 2009).

De acordo com El-Sayed (1999), o farelo de soja é deficiente em alguns aminoácidos, inclusive lisina. No entanto, segundo Lovell (1988), o farelo de soja possui o melhor perfil aminoacídico de todos os alimentos protéicos de origem vegetal para os peixes. A lisina é encontrada em alta concentração na carcaça dos peixes (Tantikitti & Chimsung, 2001) e utilizada na síntese protéica (Mack, 1998), portanto, sua presença em níveis adequados é fundamental para o ganho de peso em tilápias cultivadas. Deficiências que podem ser supridas com a suplementação de aminoácidos artificiais (Furuya et al., 2004) ou a adição de uma variedade de ingredientes que no seu conjunto forneçam os aminoácidos exigidos pela espécie (Boscolo et al., 2002; Pezzato et al., 2004; Guimarães et al., 2009).

Na Tabela 10 encontram-se os valores médios da composição centesimal das tilápias-do-Nilo *in natura* eviscerada, alimentadas com dietas a base de derivados da soja.

Tabela 10: Composição centesimal da tilápia-do-Nilo *in natura* eviscerada, alimentadas com rações a base de derivados de soja (matéria natural).

Tratamentos*	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Matéria mineral
Isolado protéico soja	76,90±0,36	14,44±0,16	5,81±0,02	3,13±0,02
Farelo soja branco	74,74±3,90	16,75±2,51	6,77±1,09	3,51±0,56
Farelo soja ext/prensado	76,79±1,25	14,94±0,41	5,51±0,72	2,92±0,14
Farelo soja convencional	75,72±1,18	14,64±0,63	5,87±0,06	3,43±0,03

*(P>0,05)

Como demonstrado na Tabela 10, entre as análises da composição centesimal da tilápia *in natura*, não foram observadas diferenças estatísticas. De acordo com Ogawa (1999), o músculo do pescado contém de 60 a 85% de umidade e os valores médios observados neste trabalho com a tilápia-do-Nilo, situam-se dentro dessa faixa.

Souza et al. (2004), avaliaram a composição centesimal da tilápia-do-Nilo, inteira eviscerada e filé, e obtiveram valores semelhantes ao deste trabalho para umidade, cinzas, lipídeos e proteínas.

Os resultados do presente trabalho, quando comparados aos de Hisano et al. (2007) onde avaliaram a composição dos filés de tilápia alimentados com levedura e derivados, se apresentaram inferiores para a umidade, semelhantes na proteína e superior ao extrato etéreo e na matéria mineral. Resultados que podem estar diretamente relacionados ao balanceamento nutricional das dietas, fases de crescimento dos peixes, taxas de arraçoamento e às variações empregadas no manejo dos peixes ao longo do período de execução do experimento.

CONCLUSÃO

Pode-se utilizar os diferentes derivados de soja testados em rações para a tilápia-do-Nilo sem causar prejuízo ao seu desempenho e composição centesimal.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17, ed. Arlington: 2000, v.1 e v.2.

BOSCOLO, W.R. et al.. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; Digestibilidade Aparente de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co, 1990. 482p.

CRUZ-SUÁREZ, L.E.; TAPIA-SALAZAR, M.; VILLARREAL-CAVAZOS, D.; BELTRAN-ROCHA, J.; NIETO-LÓPEZ, M.; LEMME, A.; RICQUE-MARIE, D. Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Aquaculture** 292 (2009) 87–94

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century. In: PROCEEDINGS FROM THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p. 3-8.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M.; NAGAE, M.Y.; Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.) **Acta Scientiarum** 22(2):471-477, 2000.

HAYASHI, C. et al.. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p. 733-737, 1999.

HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.V.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com levedura e derivados. **Pesq. agropec. bras.** vol.42 no.7 Brasília July 2007

KARR-LILIENTHAL, L.K.; KADZERE, C.T.; GRIESHOP, C.M.; FAHEY, G.C.Jr.; Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review *Livestock; Production Science* 97 (2005) 1 –12

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 260p.

MACK, S. Amino acids in broiler nutrition requirements and interrelations. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1993. p.468.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M.; SANTOS, L.D.; BOMBARDELLI, R.A.; COLPINI, L.M.S.; Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nylo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol. 37 no.5 Viçosa May, 2008

MORAES. R.M.A., JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS,E.G.; MOREIRA,M.A.; Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, maio 2006.

OGAWA, M. Alterações da carne de pescado por processamento e estocagem. In: OGAWA, M.; MAIA, E.L. (Eds.) **Manual de pesca – ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. v.1, p.221-249.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos de Jordão. **Anais...** Campos de Jordão: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (ESALQ). 1995. p. 34-52.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; TAVARES, L.H.S.; SOUZA, V.L.; Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway” **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 4, p. 935-941, 2002.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FARIA, A.C.E.; FURUYA, W.M.; Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em Dietas para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Crescimento. **Rev. bras. Zootecnia**, 30(4):1172-1177, 2001

SOTO-SALANOVA, M.F., GARCIA, O., GRAHAM, H. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba:FACTA, 1996. p.71-76.

SOUZA M.L.R.; BACCARIN, A.E.; VIEGAS, E.M.M.; KRONKA, S.N.; Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento **R. Bras. Zootec.** Vol.33 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2004

STATSOFT, INC. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

TANTIKITTI, C.; CHIMSUNG, N. Dietary lysine requirement of freshwater catfish. **Aquaculture Research**, n.32, suppl. 1, p.135-141, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os derivados da soja são alimentos de alto teor protéico, grande disponibilidade no mercado; visam a formulação de rações de baixo custo e podem ser utilizados na alimentação de tilápias pois:
- Possuem excelentes coeficientes de digestibilidade aparente de seus nutrientes;
- Não causam prejuízos na saúde e no desempenho desta espécie;
- Sugere-se estudos com diferentes níveis de inclusão dos diferentes derivados de soja avaliados no presente trabalho.