

ÓLEO DE SOJA UTILIZADO PRÉ E PÓS-PROCESSAMENTO DE RAÇÕES PARA TILÁPIA DO NILO

Pedro Oliveira MOREIRA¹; Joana D'Arc Maurício ROCHA²; Thibério Carvalho da SILVA³; Fábio BITTENCOURT⁴; Dacley Hertes NEU⁵; Wilson Rogério BOSCOLO⁴

RESUMO

O objetivo foi avaliar a influência de diferentes formas de aplicação do óleo de soja em rações, no desempenho de tilápia do Nilo. Utilizaram-se 192 peixes com peso médio de $15,34 \pm 0,60$ g e comprimento total médio de $8,61 \pm 2,11$ cm. Foram confeccionadas rações isoenergéticas em três formas de aplicação: óleo pós-extrusão, óleo anterior à extrusão, óleo anterior e posterior à extrusão, além de ração controle isenta de óleo de soja, perfazendo quatro tratamentos com quatro repetições. Avaliaram-se parâmetros de desempenho produtivo, composição centesimal do filé e bioquímicos do sangue. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as formas de aplicação do óleo de soja e a ração controle promoveu os menores resultados ($P<0,05$) de desempenho produtivo. Independentemente de sua forma de aplicação, a inclusão do óleo de soja não influenciou as variáveis analisadas, embora seu uso concomitante com uma fonte de carboidrato tenha proporcionado melhor desempenho produtivo dos juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras chave: óleo de soja; nutrição; lipídios

SOYBEAN OIL USED ON PRE AND POST PROCESSING OF DIETS FOR NILE TILAPIA

ABSTRACT

The aim was to evaluate the influence of different application forms of soybean oil in diets for Nile tilapia performance. We used 192 fish with average weight of 15.34 ± 0.60 g and average total length of 8.61 ± 2.11 cm. We made isocaloric diets in three application forms: oil after extrusion, oil before extrusion, oil before and after extrusion and one control diet without soybean oil, totaling four treatments with four replicates. We evaluated the performance parameters, filet chemical composition and blood biochemistry. There were no difference ($P>0.05$) among the three different forms of soybean oil application and the control diet promoted the lowest results ($P<0.05$) in the performance. Regardless of its application, the inclusion of soybean oil did not influence the analyzed variables, although its use concomitant to a source of carbohydrate has provided better performance of Nile tilapia juveniles.

Keywords: soybean oil; nutrition; lipid

Artigo Científico: Recebido em 27/05/2014 – Aprovado em 26/06/2015

¹ Falbom Agroindustrial Ltda. Rua Antonio Comarella, 415 – Jardim Anápolis – CEP: 85905-500 – Toledo – PR – Brasil. e-mail: pedro-mv2011@hotmail.com (autor correspondente)

² Programa de pós-graduação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Rua da Faculdade, 645 – Jardim La Salle – CEP: 85903-000 – Toledo – PR – Brasil. e-mail: joanadmrocha@hotmail.com

³ Programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Av. Colombo, 5790 – Campus Universitário – CEP: 87020-900 – Maringá – PR – Brasil. e-mail: thiberiocs@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Curso de Engenharia de Pesca. Rua da Faculdade, 645 – Jardim La Salle – Caixa Postal 645 – CEP: 85903-000 – Toledo – PR – Brasil. e-mail: bitanca@hotmail.com; wilsonboscolo@hotmail.com

⁵ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). Rodovia Dourados-Itahum, km 12 – CEP: 79804-970 – Cidade Universitária – Dourados – MS – Brasil. e-mail: dacley_pesca@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Durante a última década, a atividade aquícola apresentou crescimento constante, alcançando 70% da produção mundial de pescados provenientes da pesca extrativa. Nesse contexto, as tilápias ocupam a posição de segundo maior grupo produzido, ficando apenas atrás das carpas (FAO, 2012).

Esse incremento na produção do grupo das tilápias ocorreu principalmente devido à sua boa aceitação no mercado e facilidade de cultivo. Outro fator é a aceitação de diferentes ingredientes vegetais pelas tilápias, que possuem digestão facilitada pelo seu baixo pH estomacal e elevado comprimento intestinal (TENGGJARENKUL *et al.*, 2000). Entre os fatores que dificultam o desenvolvimento da atividade pode-se destacar o custo das rações, que varia de 40 a 70% do valor total de produção (SCORVO FILHO *et al.*, 2010).

O adequado balanceamento e processamento das rações é fundamental para o máximo desempenho dos animais, estando aliado a baixo custo e mínimo impacto ambiental. Nesse sentido, a utilização da técnica de extrusão no preparo de rações para organismos aquáticos visa favorecer sua integridade nutricional, diminuindo as perdas por lixiviação, além de destruir ou inibir a atividade de fatores antinutricionais e, assim, proporcionar melhor desempenho produtivo aos organismos cultivados (ROKEY *et al.*, 2010).

Em geral, o atendimento da necessidade energética faz-se pela adição de carboidratos e lipídios às rações, embora a maneira mais fácil de aumentar o conteúdo energético das rações seja adicionando triglicerídeos, gorduras e óleos. A inclusão de óleos em rações é uma prática comumente utilizada em nutrição animal. Devido à sua interferência na expansão do amido, a inclusão de óleos antes do processo de extrusão é limitada, sendo necessário um banho de óleo na ração após a extrusão, que pode contribuir para melhorar a aparência do produto e diminuir a porcentagem de finos na ração, embora este procedimento não seja aprovado por todos os produtores, uma vez que é observada a perda de óleo no ambiente.

O óleo de soja é fonte de energia e ácidos graxos essenciais, como o linoleico (LA), presente em 53,93% de sua composição (ROSTAGNO *et al.*, 2005). A tilápia do Nilo apresenta exigência de 1% deste ácido graxo na dieta (NRC, 2011). Avaliando a digestibilidade do óleo de soja pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), BOSCOLO *et al.* (2002) observaram 89,85% de digestibilidade aparente e 8.485 kcal kg⁻¹ de energia digestível, que demonstra o bom aproveitamento deste nutriente pela espécie estudada. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o efeito da inclusão de óleo de soja sob diferentes formas de aplicação nas rações sobre o desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, que objetivou a avaliação do efeito da inclusão de óleo de soja em ração para peixes, foi realizado no Laboratório de Aquicultura do GEMaq - Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Toledo - PR, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética da mesma instituição sob o protocolo nº 09/13.

Foram elaboradas quatro dietas isoenergéticas (Tabela 1). Três destas dietas diferiram apenas na forma de inclusão do óleo de soja (anterior ao processamento - OAE; posterior ao processamento - OPE; e 50% de inclusão anterior e 50% de inclusão posterior ao processamento - OAPE) e uma dieta constituiu o controle: sem inclusão do óleo (SO).

Para a confecção das rações, os ingredientes foram triturados em moinho do tipo martelo, com peneira de malha de 0,5 mm de diâmetro, misturados e extrusados (extrusora Ex-Micro®) com 3 mm de diâmetro. Após a extrusão, as rações foram submetidas a secagem em estufa de ventilação forçada, e aquelas destinadas aos tratamentos OPE e OAPE receberam a fração final de óleo em um misturador rotativo vertical durante 15 minutos, sendo, em seguida, armazenadas em freezer a -7 °C durante o período experimental. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8 h, 11 h, 14 h e 17 h) até a saciedade aparente, durante de 61 dias.

As exigências nutricionais foram baseadas nos valores estimados para tilápias na fase de

pós-reversão sexual até 100 g, conforme FURUYA *et al.* (2010).

Tabela 1. Composição percentual e centesimal das rações experimentais com diferentes formas de inclusão de óleo de soja, para juvenis de tilápias do Nilo. OPE: óleo aplicado posteriormente à extrusão; OAE: óleo aplicado antes da extrusão; OAPE: 50% do óleo aplicado antes e 50% aplicado posteriormente à extrusão; SO: dieta sem o uso de óleo de soja (controle).

Ingrediente	Tratamento			
	OPE	OAE	OAPE	SO
Milho grão	25,69	25,69	25,69	21,60
Farelo de soja 45%	19,45	19,45	19,45	12,68
Farelo de trigo	20,00	20,00	20,00	10,01
Arroz quirera	10,00	10,00	10,00	28,00
Farinha de vísceras	10,00	10,00	10,00	17,00
Óleo de soja	3,00	3,00	3,00	0,00
Farinha de carne e ossos	5,55	5,55	5,55	4,48
Farinha de penas	5,00	5,00	5,00	5,00
Premix ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Antifúngico	0,20	0,20	0,20	0,20
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02
L-lisina	0,16	0,16	0,16	0,17
DL-metionina	0,09	0,09	0,09	0,05
L-treonina	0,04	0,04	0,04	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutriente e Energia	OPE	OAE	OAPE	SO
Amido (%)	31,89	31,89	31,89	38,57
Cálcio	1,19	1,19	1,19	1,35
ED. Tilápia (Mcal kg ⁻¹)	3,17	3,17	3,17	3,17
Fibra bruta (%)	3,74	3,74	3,74	2,53
Fósforo Total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura (%)	6,87	6,87	6,87	4,16
Linoleico(%)	2,61	2,61	2,61	1,41
Linolênico(%)	0,44	0,44	0,44	0,39
Lisina Total (%)	1,44	1,44	1,44	1,44
Metionina Total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Treonina Total (%)	1,12	1,12	1,12	1,12
Proteína Bruta (%) ²	31,861	30,947	30,506	31,415

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 24.000 UI; Vit. D3, 6.000 UI; Vit. E, 300 mg; Vit. K3, 30 mg; Vit. B1, 40 mg; Vit. B2, 40 mg; Vit. B6, 35 mg; Vit. B12, 80 mg; Ác. Fólico, 12 mg; Pantotenato Ca, 100 mg; Vit. C, 600 mg; Biotina, 2 mg; Colina, 1.000 mg; Ferro, 200 mg; Cobre, 35 mg; Manganês, 100 mg; Zinco, 240 mg; Iodo, 1,6 mg; Cobalto, 0,8 mg. ²Análise realizada no LQA – UNIOESTE.

Para o desenvolvimento do experimento foi utilizado um sistema de recirculação com 16 caixas de fibra de vidro com volume de 500 L cada uma e aeração constante por meio de soprador central. Foram distribuídos, aleatoriamente, 192

alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) revertidos sexualmente, com peso médio de $15,34 \pm 0,60$ g e comprimento total médio de $8,61 \pm 2,11$ cm. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos

e quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 500 L contendo 12 juvenis de tilápia.

Os parâmetros de qualidade de água, neste caso, as variáveis limnológicas pH, oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), foram aferidos semanalmente com multiparâmetro portátil (YSI®, modelo: Pro10102030), enquanto a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) foi mantida constante por meio de termostato.

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 h, para esvaziamento do trato gastrointestinal. Posteriormente, os animais foram anestesiados com banho de imersão em solução de benzocaína 150 mg L^{-1} (ROCHA *et al.*, 2012) para determinação de parâmetros do desempenho produtivo:

- ganho em peso (g): $\text{GP} = [(\text{peso final}) - (\text{peso inicial})]$;
- comprimento total final (cm): CF;
- conversão alimentar aparente: $\text{CAA} = [(\text{consumo de ração}) / (\text{ganho em peso})]$;
- sobrevivência (%);
- consumo de ração (g): $\text{CR} = [(\text{consumo de ração final}) / (\text{número de animais})]$.

Concomitantemente, coletou-se sangue para avaliação dos parâmetros bioquímicos colesterol (COLE) e triglicerídeos (TRIG). A coleta de sangue foi realizada por punção da veia caudal, sendo retirados 2 mL de amostra com utilização de seringa adequada. Os parâmetros bioquímicos foram avaliados com o auxílio de kits específicos da marca Analisa® (Belo Horizonte - MG).

De acordo com o protocolo anestésico adaptado de ROCHA *et al.* (2012), 12 peixes de cada tratamento foram eutanasiados através de imersão em solução de benzocaína 250 mg L^{-1} para determinação de:

- rendimento corporal (%): $\text{RC} = [(\text{peso eviscerado}) / (\text{peso final}) \times 100]$;
- índice de gordura viscerossomática: $\text{IGV} = [(\text{peso da gordura visceral}) / (\text{peso final}) \times 100]$;
- índice hepatossomático: $\text{IHS} = [(\text{peso do fígado}) / (\text{peso final}) \times 100]$;
- composição centesimal do filé.

As análises de composição centesimal da ração e do filé dos peixes (inicial e final) foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme técnicas descritas pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Os métodos utilizados foram: secagem direta para determinação da umidade; extração em Soxhlet com éter de petróleo para determinação do extrato etéreo; método de Kjeldhal para determinação do teor de proteína pela quantificação de nitrogênio; e incineração em mufla para quantificação das cinzas. Todas as amostras foram analisadas em duplicata.

A partir do teor de proteína nas amostras dos filés, calculou-se o valor produtivo de proteína: $[(\text{ganho em peso em proteína do filé}) / (\text{total de proteína ingerida}) \times 100]$.

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade e à análise de variância (ANOVA) em 5% de significância pelo programa estatístico SAS (Statistic Analyses System, 2004) e, quando observadas diferenças significativas ($P < 0,05$), aplicou-se o teste de média Tukey em 5% de significância.

RESULTADOS

As variáveis limnológicas mantiveram-se relativamente estáveis durante o período experimental, e seus valores, dentro da faixa de conforto e favoráveis à máxima produtividade da espécie (EL-SAYED, 2006), sendo o valor médio de temperatura $28,82 \pm 1,12 ^{\circ}\text{C}$; oxigênio dissolvido $4,51 \pm 0,55 \text{ mg L}^{-1}$; pH $7,36 \pm 0,39$; e condutividade elétrica $16,55 \pm 2,03 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Os valores médios do desempenho produtivo das tilápias que receberam as dietas com inclusão do óleo sob diferentes métodos e a dieta controle estão apresentados na Tabela 2. Na avaliação do desempenho produtivo houve maior consumo de ração para a dieta OAE, diferindo ($P < 0,05$) da OPE e SO. As demais variáveis não diferiram ($P > 0,05$) em relação à forma de aplicação do óleo.

A dieta SO diferiu dos demais tratamentos ($P < 0,05$) para o ganho em peso, comprimento total final e conversão alimentar aparente. O maior índice de gordura viscerossomática e de triglicerídeos foi observado para a dieta SO, que

diferiu ($P>0,05$) de OPE. A dieta SO também promoveu o maior índice hepatossomático ($P>0,05$) com relação à dieta OAE. Para as

demais variáveis analisadas, como rendimento corporal, colesterol e sobrevivência, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$).

Tabela 2. Valores médios de desempenho produtivo da tilápia do Nilo em função da suplementação de óleo de soja aplicado anterior e/ou posteriormente à extrusão. OPE: óleo aplicado posteriormente à extrusão; OAE: óleo aplicado antes da extrusão; OAPE: 50% do óleo aplicado antes e 50% aplicado posteriormente à extrusão; SO: dieta sem o uso de óleo de soja (controle).

Variável	Tratamento				CV (%)	P
	OPE	OAE	OAPE	SO		
Peso Inicial (g)	15,39	15,23	15,23	15,39	1,85	0,75
Ganho de Peso individual (g)	115,03 ^a	128,38 ^a	123,94 ^a	94,57 ^b	12,76	0,00
Comprimento Total Final (cm)	18,84 ^a	19,04 ^a	18,87 ^a	17,5 ^b	4,04	0,00
Rendimento Corporal (%)	84,7	84,55	84,49	83,16	1,70	0,49
Índice de Gordura Viscerosomática (%)	1,80 ^a	2,54 ^{ab}	2,40 ^{ab}	2,85 ^b	22,23	0,01
Índice Hepatossomático (%)	1,80 ^{ab}	1,46 ^b	1,81 ^{ab}	2,14 ^a	17,31	0,01
Conversão Alimentar Aparente	1,11 ^a	1,14 ^a	1,13 ^a	1,25 ^b	5,63	0,00
Consumo de Ração (g)	128,39 ^{bc}	146,72 ^a	140,39 ^{ab}	117,44 ^c	9,33	0,00
Sobrevivência (%)	100	100	100	100	0,00	0,00
Colesterol (mg dL ⁻¹)	155,27	148,63	170,31	166,01	15,03	0,61
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	137,91 ^b	163,92 ^{ab}	184,56 ^{ab}	202,57 ^a	20,10	0,02

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). CV = Coeficiente de variação.

O valor produtivo da proteína (VPP) variou de 36,48 a 29,04% (Figura 1). O grupo de peixes que recebeu a dieta SO foi menos eficiente na deposição de proteína corporal, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos ($P<0,05$), pois apresentou o valor mais baixo de VPP.

Neste trabalho, não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) na composição centesimal do filé de juvenis de tilápia (Tabela 3), independentemente da presença ou ausência do óleo de soja na dieta ou da forma de aplicação.

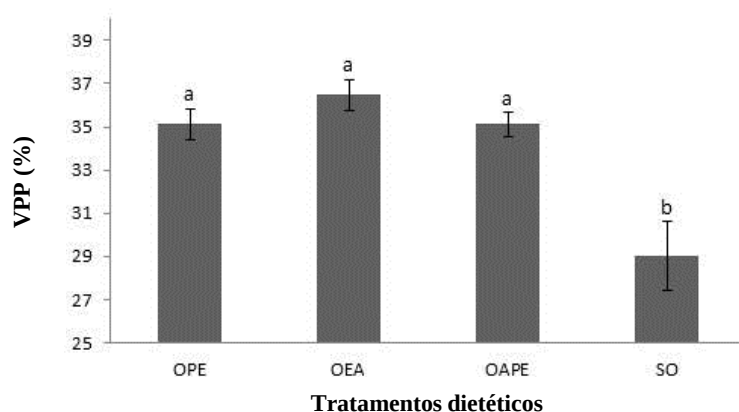


Figura 1. Valor produtivo de proteína (VPP) em função da inclusão de óleo de soja, de diferentes formas, nas rações para juvenis de tilápia do Nilo ($P = 0,001$). OPE: óleo aplicado posteriormente à extrusão; OAE: óleo aplicado antes da extrusão; OAPE: 50% do óleo aplicado antes e 50% aplicado posteriormente à extrusão; SO: dieta sem o uso de óleo de soja (controle).

Tabela 3. Composição centesimal de carcaças de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo óleo aplicado anterior e/ou posteriormente ao processamento da ração (base na matéria natural). OPE: óleo aplicado posteriormente à extrusão; OAE: óleo aplicado antes da extrusão; OAPE: 50% do óleo aplicado antes e 50% aplicado posteriormente à extrusão; SO: dieta sem o uso de óleo de soja (controle).

Variável*	Tratamento					CV (%)
	Amostra Inicial	OPE	OAE	OAPE	SO	
Umidade (%)	86,72	82,97	82,247	82,830	82,274	0,86
Extrato Etéreo (%)	0,24	1,45	1,891	1,304	1,889	3,80
Proteína Bruta (%)	12,98	16,35	16,465	15,794	16,107	37,70
Matéria Mineral (%)	0,85	1,674	2,360	1,436	1,504	48,41

CV = Coeficiente de variação *($P>0,05$).

DISCUSSÃO

ROKEY *et al.* (2010) relatam a ocorrência de complexos lipídios/amido e lipídios/proteína durante o processo de extrusão, sem afetar a disponibilidade destes nutrientes, o que corrobora o resultado encontrado neste trabalho, pois, independentemente da forma de inclusão do óleo, não se verificou diferença ($P>0,05$) no desempenho produtivo das tilápias. Este resultado pode estar relacionado ao atendimento em ácido graxo linoleico para as três dietas, inexistindo, então, interferência do processo de extrusão sobre a disponibilidade do óleo ou perda para o ambiente por lixiviação.

BOSCOLO *et al.* (2006) testaram níveis de 3.300, 3.525, 3.750, 3.975 e 4.200 kcal kg⁻¹ de energia digestível para larvas de tilápia do Nilo e observaram que, quanto maior os níveis de energia proveniente do óleo de soja, menor a digestibilidade do amido e pior o desempenho das larvas, demonstrando que rações com alto teor de óleo de soja influenciam negativamente o desempenho dos animais.

NEU *et al.* (2013), utilizando o glicerol como fonte de energia em níveis crescentes (2,5; 5,0; 7,5; e 10%) em substituição ao amido, observaram que o mesmo é uma boa fonte de energia suplementar ao óleo de soja, por apresentar alto conteúdo energético, mais de 5.000 kcal, mas, devido ao fato de não proporcionar os ácidos graxos, pelo menos na mesma quantidade que os óleos em geral, o conteúdo de gordura visceral é muito elevado, passando de 6%.

No presente trabalho, as dietas que continham níveis de ácido graxo LA de 2,61% proporcionaram

aos peixes os melhores valores de desempenho produtivo em relação à dieta SO, que continha 1,1% de LA. Acredita-se que o óleo de soja tenha um bom perfil de ácidos graxos, principalmente linoleico (n6) e linolênico (n3) com relação de 6:1, podendo ser o ideal para a tilápia, ou próximo a isso. Os lipídios, quando incluídos na dieta, são fontes não somente de energia, mas também de ácidos graxos essenciais, transportadores de vitaminas lipossolúveis e precursores de hormônios e outras moléculas bioativas, o que provavelmente influenciou na melhora da performance produtiva dos peixes do atual estudo.

Observou-se que as dietas preparadas com inclusão de óleo reduziram em 6% o conteúdo de amido na ração em relação à dieta SO, estando os melhores resultados de desempenho produtivo associados às dietas que continham óleo, independentemente da forma de aplicação. Possivelmente, a utilização dessas duas formas de inclusão energética em uma mesma dieta é positiva, e esse melhor desempenho pode estar ligado ao fato de o óleo possuir, além da função energética, importância no metabolismo dos carboidratos.

Pesquisas feitas com salmão (*Salmo salar*) mostram que os níveis de RNA mensageiro para receptores de glicose GLUT 4 no músculo branco foram modificados pelas dietas contendo diferentes ácidos graxos (MENOYO *et al.*, 2006). Dessa forma, os resultados obtidos nesse trabalho indicam que o ácido graxo LA, PUFA, presente em maior quantidade na dieta, pode ter interferido de forma positiva no metabolismo de carboidratos e demais lipídios.

BOSCOLO *et al.* (2004) relatam aumento dos rendimentos de carcaça e filé da tilápia do Nilo por meio da inclusão de lipídios na dieta através da adição do óleo de soja (até 5,9%). Neste estudo, o rendimento corporal não foi influenciado significativamente ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de óleo.

LANNA *et al.* (2004), trabalhando com dietas práticas, níveis de inclusão de fibra bruta (6, 9, 12%) e sem e com óleo de soja (10%), observaram acúmulo excessivo de gordura visceral em tilápias do Nilo de 30 g nos tratamentos com óleo de soja. MEURER *et al.* (2002), testando níveis de 3 a 12% de lipídeos, constataram redução linear no desempenho de alevinos de tilápia e aumento linear na porcentagem de gordura corporal. No presente trabalho, o menor acúmulo de gordura visceral foi registrado com o uso da dieta OPE, que diferiu da dieta SO, o que pode estar relacionado com a perda de óleo por lixiviação para água, fazendo com que a quantidade realmente ingerida pelos peixes tenha sido levemente menor que nos demais tratamentos.

BROWN *et al.* (1992), trabalhando com juvenis de *Sunshine bass* (*Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂), perceberam uma proporcionalidade entre os níveis de carboidratos digestíveis dietéticos e o índice hepatossomático (IHS), sendo que a maior utilização dos carboidratos estava ligada à maior deposição de glicogênio hepático e, consequentemente, ao aumento do tamanho do órgão. No presente trabalho foram verificados os maiores valores de IHS nos peixes alimentados com a dieta SO, que apresentava o maior nível de carboidrato.

Alguns estudos têm sido conduzidos em diferentes espécies com o intuito de avaliar o índice hepatossomático e o peso da gordura visceral, como forma de quantificar o estoque energético (PORTZ e FURUYA, 2012).

No mercado de rações para animais de companhia é comum a inclusão de óleo de cobertura ao *pellet* com a função de melhorar a aceitabilidade e palatabilidade do extrusado pelo animal. No presente trabalho, a aplicação do óleo de soja anterior à extrusão (dieta OAE) propiciou maior consumo de ração em relação às dietas OPE e SO, indicando que a forma como o óleo de soja é incluído pode interferir na aceitabilidade e palatabilidade da ração pelas tilápias.

O colesterol é o precursor de hormônios esteróides que regulam processos metabólicos importantes no interior das células, precursor da vitamina D, assim como dos ácidos biliares que ajudam na digestão de gotículas de lipídeos, fazendo-as mais acessíveis à ação das enzimas, entre outras funções. Apesar de os valores de referência para as variáveis bioquímicas do sangue de tilápias não estarem bem definidos, as médias encontradas neste trabalho (148,63 a 170,31 mg dL⁻¹) são inferiores às descritas por HRUBEC *et al.* (2000), que relatam oscilações entre 189 e 318 mg dL⁻¹ para a mesma espécie. Porém, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos neste trabalho.

O maior valor de triglicerídeos, assim como o de IHS e de IGV, foram observados para os animais alimentados com a dieta SO, o que pode ser explicado pelo fato de a glicose estimular a secreção de insulina pelo pâncreas e, consequentemente, a lipogênese, caracterizada pela produção de ácidos graxos e triglicerídeos, favorecendo, assim, o armazenamento no fígado e tecido adiposo (HENRE *et al.*, 2002).

O valor produtivo da proteína (VPP), que indica quanto da proteína bruta consumida na dieta foi convertida em proteína corporal, variou de 36,48 a 29,04%. Isto significa que, para estes peixes, cada 1 g de proteína ingerida resultou em um incremento de 0,29 g de proteína no filé dos peixes alimentados com a dieta controle, e deste modo, a proteína restante, 0,71 g, foi utilizada para produção de energia, depositada sob a forma de gordura e/ou parcialmente excretada com as fezes, enquanto, para os animais alimentados com as dietas que continham óleo de soja, o aproveitamento foi de aproximadamente 0,36 g de deposição de proteína no filé.

A carne do pescado pode ter seu padrão centesimal alterado em função da alimentação ingerida, de forma que trabalhos têm sido realizados para transformá-la em um produto diferencial e nutracêutico, principalmente utilizando-se os óleos que apresentem maior quantidade de ácidos graxos da família ômega-3 (HIGUCHI *et al.*, 2013). Neste trabalho, um fator que pode ter contribuído para a obtenção de baixo valor de acúmulo de gordura foi a utilização apenas do filé e não do peixe inteiro, o que indicaria que, nesta fase de desenvolvimento da

tilápia, o óleo não está associado à deposição de gordura corporal e sim à melhora do desempenho produtivo, em razão de sua importância fisiológica.

CONCLUSÃO

Embora a forma de aplicação de óleo de soja nas rações não tenha interferido no desempenho produtivo da tilápia do Nilo, recomenda-se o uso deste produto, considerando suas características nutricionais para a espécie.

REFERÊNCIAS

- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. 2002 Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternatives foods for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.). *Brazilian Journal Animal Science*, 31(2): 539-545.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; WOLFF, L. 2004 Desempenho e características de carcaça de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 26(4): 443-447.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A.A.; BARD, J.J.; ISHIDA, F.A. 2006 Energia digestível para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3): 629-233.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN, D.M. 1992 Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. *The Progressive of Fish Culturist*, 54(3): 148-156.
- EL-SAYED, A.F.M. 2006 *Tilapia Culture*. CABI publishing, Massachusetts, EUA. 277p.
- FAO - FISHERIES AND AQUACULTURE DEPARTMENT. 2012 *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 209p.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; BOSCOLO, W.R.; CYRINO, J.E.P.; FURUYA, V.R.B.; FEIDEN, A. 2010 *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. GFM, Toledo. p.100.
- HENRE, G.I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. 2002 Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 8(3): 175-194.
- HIGUCHI, L.H.; FEIDEN, A.; MATSUSHITA, M.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. 2013 Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(4): 1913-1924.
- HRUBEC, T.C.; CARDINALE, J.L.; SMITH, S.A.; 2000 Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultures tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology*, 29(1): 7-12.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ 2008 *Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. Secretaria de Estado da Saúde, São Paulo, Brasil. 877p.
- LANNA, E.A.T.; PEZZATO L.E.; FURUYA, W.M.; VICENTINI, C.A.; CECON, P.R.; BARROS, M.M. 2004 Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6): 2177-2185.
- MENOYO, D.; DIEZ, A.; LOPES-BOTE, C.J.; CASADO, S.; OBACH, A.; BAUTISTA, J.M. 2006 Dietary fat type affects lipid metabolism in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and differentially regulates glucose transporter Glut 4 expression in muscle. *Aquaculture*, 261(1): 294-304.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. 2002 Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 566-573.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2011 *Nutrient requirements of fish and shrimp*. National Academy of Science, Washington. 376p.
- NEU, D.H.; FURUYA, W.M.; BOSCOLO, W.R.; POTRICH, F.R.; LUI, T.A., FEIDEN, A. 2013 Glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 19(2): 211-217.
- PORTZ, L. e FURUYA, W.M.F. 2012 Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (eds) *Nutriaqua: Nutrição e Alimentação de Espécies de Interesse para a Aquicultura Brasileira*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.65-77.

- ROCHA, M.A. da.; GRUMADAS, C.E.S.; RIBEIRO, E.L. de. A.; MIZUBUTI, I.Y.; LUDOVICO, A.; CONSTATINO, C. 2012 Determinação da dose ótima de cloridrato de benzocaína na anestesia de tilápias (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6): 2403-2410.
- ROKEY, G.J.; PLATTNET, B.; SOUZA, E.M. 2010 Feed extrusion process description. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(supl. especial): 510-518.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. 2005 *Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 186p.
- SCORVO-FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C.; SOUZA, F.R.A. 2010 A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(supl. especial): 112-118.
- TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, T.; SMITH, S.A. 2000 Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 182(3): 317-327.