<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n12a466.1-10>

Substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves, em rações para alevinos de tilápia do Nilo

Luis Eduardo Ferrari Sanches¹ , Carmino Hayashi^{2*}

¹Zootecnista, Doutor em Zootecnia/PPZ-UEM, Responsável Técnico da Piscicultura Piracema, Maringá, Paraná, Brasil.

²Professor Visitante da UNIFAL Universidade Federal de Alfenas – campus de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil.

*Autor para correspondência: hayashi@terra.com.br

Resumo. Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a substituição do óleo de soja, pelo óleo de vísceras de aves para alevinos de tilápia do Nilo. Duzentos alevinos revertidos de tilápia com peso individual aproximado de $0,6 \pm 0,11$ g foram estocados em aquários de 50 litros, na quantidade de oito peixes por unidade experimental, onde foram alimentados com rações com 6,52% de lipídeos, contendo teores de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% de óleo de vísceras de aves pelo óleo de soja como fonte lipídica em dietas práticas por 50 dias. Foram verificados os parâmetros de desempenho, composição de carcaça e teor de ácidos graxos no filé e nas vísceras. As características de desempenho, sobrevivência, ganhas de peso e conversão alimentar não foram influenciadas pela dieta. A composição da carcaça foi influenciada pela fonte lipídica nos teores de umidade e lipídeos. De uma maneira geral o perfil de ácidos graxos das dietas refletiu com diminuição dos ácidos graxos poli-insaturados e aumento nos teores de ácidos graxos saturados e monoinsaturados com a substituição. Portanto, o óleo de frango pode substituir parcial ou integralmente o óleo de soja em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo sem prejuízo sobre desempenho animal.

Palavras chave: ácidos graxos, composição, desempenho, *Oreochromis niloticus*, substituição

The soybean oil replacement by poultry fat in rations for Nile tilapia fingerlings

Abstract. This experiment was carried out with the objective of evaluating the soybean oil replacement by poultry fat for Nile tilapia fingerlings. Two hundred reversed tilapia fingerlings with an individual weight of approximately $0,6 \pm 0,11$ grams were stocked in 50-liter aquariums, with 8 fishes in each experimental unity, where they were fed with 6,52% lipid rations containing 0, 25, 50, 75, 100 percent of poultry oil replaced by soybean oil as a lipid source in their diets during 50 days. The performance parameters, the carcass composition and the content of fatty acids on both the fillet and the innards were verified. The performance, survival, weight gain and feeding conversion characteristics were not influenced by the diet. The carcass composition was influenced by the lipid source in the moisture content and lipids. In general, the fatty acids profile reflected the diets one with a decrease of polyunsaturated fatty acids and an increase of saturated and monounsaturated fatty acids with the replacement. Therefore, the poultry oil can partially or totally replace the soybean oil in practical diets for Nile tilapia fingerlings without injury to the performance.

Keywords: fatty acids, composition, performance, *Oreochromis niloticus*, replacement

Sustitución del aceite de soja por aceite de vísceras de aves en raciones para alevinos de tilapia del Nilo

Resumen. Este experimento se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la sustitución del aceite de soja por el aceite de vísceras de aves a alevinos de tilapia del Nilo. Doscientos alevinos de tilapia invertida con pesos individuales de aproximadamente 0.6 ± 0.11 g se almacenaron en acuarios de 50 litros, en la cantidad de 8 peces por unidad experimental, donde se alimentaron con raciones de 6.52% de lípidos, que contenían de sustitución 0, 25, 50, 75 y 100% de aceite vísceras de aves por aceite de soja como fuente de lípidos en dietas prácticas durante 50 días. Los parámetros de rendimiento, composición de la canal y contenido de ácidos grasos se verificaron en filetes y vísceras. Las características de rendimiento, supervivencia, aumento de peso y conversión alimenticia no se vieron influenciadas por la dieta. La composición de la canal fue influenciada por la fuente de lípidos en la humedad y el contenido de lípidos. En general, el perfil de ácidos grasos reflejó disminución de los ácidos grasos poliinsaturados y aumento en los contenidos de ácidos grasos saturados y mono insaturados con la sustitución. Por lo tanto, grasa de pollo puede reemplazar parcial o totalmente el aceite de soja en dietas prácticas para los alevinos de tilapia del Nilo sin perjudicar el rendimiento.

Palabras clave: ácidos grasos, composición, desempeño, *Oreochromis niloticus*, sustitución

Introdução

A tilapicultura têm se destacado na produção piscícola mundial, especialmente por apresentar vantagens, tais como o rápido crescimento, adaptação a diferentes tipos de alimentos, rusticidade, entre outras características; o que tem permitido a sua criação em diferentes ambientes e em condições muitas vezes adversas. No cenário mundial, a tilapicultura ocupa o quarto lugar na produção piscícola com estimativa de produção de 4,5 bilhões de toneladas, sendo precedido apenas pela produção de algumas variedades de carpas que ocupam os três primeiros lugares na produção de peixes cultivados, entre outras espécies como o salmão (*Salmo salar*) que ocupa o nono lugar e com uma grande ascensão atual do panga (*Pangasius spp.*) que atualmente já ocupa a 11ª posição (FAO, 2017). Atualmente o Brasil produz em torno de 722,560 mil toneladas, conforme dados do Anuário Brasileiro da Piscicultura (ABP, 2019), um crescimento no ano de 2018 em torno de 4,5% maior que o ano anterior.

Para evoluir em termos de produtividade, a tilapicultura necessita de estudos relacionados às suas exigências nutricionais, manejo e redução de custos, reportando que em relação aos aspectos nutricionais, a fração lipídica deve ser bem dosada para que seus benefícios sejam alcançados, ou seja, devem atuar principalmente como fonte de energia, de tal forma que o componente proteico da dieta não seja gasto como recursos energéticos. Ramalho & Suarez (2013) citam que os lipídios como componentes alimentares são encontrados sob a forma de óleos ou gorduras, observando-se que frequentemente as farinhas de vísceras, oriundas da extração de resíduos de abatedouros tem sido muito utilizada, especialmente em dietas piscícolas. Entretanto, com poucos trabalhos em relação à utilização do óleo de vísceras de aves substituindo o óleo de soja.

Considerando-se as explanações acima, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição parcial e total do óleo de soja, por óleo de vísceras de aves, em rações para alevinos de tilapia do Nilo, verificando também, as alterações nos perfis de ácidos graxos corporais resultantes destas substituições.

Materiais e métodos

Experimentalmente, foram utilizados 200 alevinos, com peso individual aproximado de 0,6 g, estocados em 25 aquários de 50 litros (5T x 5R), equipados com aquecimento e aeração, na quantidade de oito alevinos por aquário. A temperatura foi medida duas vezes por dia (8h00 e 17h00), enquanto o pH, oxigênio e condutividade foram medidos a cada três dias.

Os ingredientes para elaboração das rações foram moídos em moinho-faca com peneira 0,5 mm de diâmetro, e após a mistura foram umedecidas com água a 50° C, sendo então peletizadas em moinho elétrico. Os *pellets* foram então secados em estufa de ventilação forçada a 55° C por 24 horas,

desintegrados e peneirados em diferentes malhas para adequação e uso conforme o tamanho da boca dos alevinos. A composição das rações consta na [Tabela 1](#).

Tabela 1. Composição das rações utilizadas para a substituição do óleo de soja por óleo de vísceras de aves.

Ingredientes	Substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras e aves (%)				
	0	25	50	75	100
Farelo de soja	53,34	53,34	53,34	53,34	53,34
Milho	12,28	12,28	12,28	12,28	12,28
Farelo de trigo	15,35	15,35	15,35	15,35	15,35
Farinha de peixe	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Farinha de vísceras	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Bagaço de cana	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Fosfato bicálcico	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Calcário	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Suplem. Min e Vit.A	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óleo de soja	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
Óleo de vísceras de aves	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ED tilápia (Kcal/Kg) ^b	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína Dig. Til. (%) ^b	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Gordura (%)	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52
Fibra (%)	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72
Cálcio (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Fósforo (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Lisina (%)	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
Met. + cistina (%)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Custo R\$/Kg	0,656	0,646	0,636	0,626	0,616

^aPremix Roche: Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit, A, 1,200,000UI; Vit, D₃, 200,000UI; Vit, E, 12,000mg; Vit, K₃, 2,400mg; Vit, B₁, 4,800mg; Vit, B₂, 4,800mg; Vit, B₆, 4,000mg; Vit, B₁₂, 4,800mg; Ác, Fólico, 1,200mg; Pantotenato Ca, 12,000mg; Vit, C, 48,000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65,000mg; Niacina, 24,000mg; Ferro, 10,000mg; Cobre, 6,000mg; Manganês, 4,000mg; Zinco, 6,000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg, ^bBoscolo (2001)

Os alevinos foram submetidos a uma adaptação prévia, por um período de cinco dias, sendo em seguida alimentados à vontade cinco vezes por dia, ao passo que os aquários foram sifonados duas vezes por dia, ocasião em que foram trocados 25% de seu volume total da água. As rações utilizadas neste experimento foram submetidas às análises bromatológicas, conforme metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

Ao término do período experimental, os peixes foram colocados em jejum por cerca de 24 horas, quando foram medidos e pesados e posteriormente abatidos e preparados em partes (tronco limpo, cabeça e vísceras) que foram congelados separadamente para as análises do teor de lipídios totais, e dos perfis de ácidos graxos.

Para a extração dos lipídios totais, empregou-se o método preconizado por Bligh & Dyer (1959), levando-se em conta as proporções recomendadas entre o solvente metanol, clorofórmio e água tissular. A determinação dos lipídios totais foi efetuada gravimetricamente, com algumas modificações do método de Maia (1992), eliminando-se o clorofórmio (fração clorofórmio-lipídios) em evaporador rotatório a vácuo, com banho a 30° C, e o resíduo remanescente de solventes eliminado com fluxo de nitrogênio gasoso.

No processo da transesterificação, os lipídios totais foram submetidos à saponificação e metilação, de acordo com o método da ISO-R-5509 (1978). A fase superior (n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para frascos de cinco mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em congelador (-18° C), para posterior análise cromatográfica.

Na análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos, os ésteres de ácidos graxos foram separados em um cromatógrafo gasoso 14-A (Shimadzu, Japão), equipado com coluna capilar de sílica

fundida (50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20 µm de Carbowax 20M) e detector de ionização de chama. Os fluxos dos gases foram de 1, 2mL.min⁻¹ para o gás de arraste H₂, 30mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (make-up) N₂, e 30 e 300mL.min⁻¹ para os gases da chama H₂ e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão ("split") da amostra foi de 1:100. A temperatura da coluna foi de 150° C por 5 minutos, sendo então elevada para 240° C a uma taxa de 2° C.min⁻¹. As temperaturas do injetor e detector foram 220° C e 245° C, respectivamente. As injeções foram realizadas em triplicatas e o volume de injeção foi de 1µL. As áreas dos picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG), e a identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado constando de cinco tratamentos com cinco repetições, sendo a média de cada aquário considerada como unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, sendo os graus de liberdade das variáveis comprimento e peso médio final desdobrado em efeitos linear ou quadrático.

O modelo estatístico para a análise com regressão foi:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1 d_i + b_2(d_i)^2 + b_3 (d_i)^3 + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é a observação no aquário j submetido ao nível de substituição i ;

b_0 é a constante geral;

b_1 é o coeficiente linear de regressão da variável Y , em função do nível de substituição i ;

b_2 é o coeficiente quadrático de regressão da variável Y em função do nível de substituição i ;

b_3 é o coeficiente cúbico de regressão da variável Y em função do nível de substituição i ;

d_i é o nível de substituição i ($i = 0; 25; 50; 75$ ou 100%)

e_{ij} é o erro aleatório associado a cada observação.

Para a comparação das médias com o grupo controle (óleo de soja) utilizou-se o teste de Dunnet, enquanto o teste de Tukey foi utilizado para comparar as médias entre os tratamentos. O programa SAEG foi utilizado para as análises estatísticas.

Resultados e discussão

Os parâmetros das variáveis físicas e químicas da água durante o período experimental foram de $28,33 \pm 2,55^\circ \text{C}$, $25,84 \pm 1,79^\circ \text{C}$, $7,48 \pm 0,45$, $4,63 \pm 0,64 \text{ mg/L}$ e $0,17 \pm 0,02$, para temperatura de manhã, temperatura à tarde, pH, oxigênio e condutividade, respectivamente, sendo que nenhuma variável foi afetada ($P > 0,05$) em relação aos tratamentos e ficaram dentro dos padrões normais para a criação das espécies de peixes tropicais, não afetando os resultados experimentais.

Desempenho zootécnico

Os resultados do crescimento, sobrevivência, conversão e eficiência alimentar de alevinos de tilápia do Nilo são apresentados na [Tabela 2](#).

Tabela 2. Valores médios finais de peso, sobrevivência, conversão e eficiência alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, alimentados com rações com diferentes substituições de óleo de soja por óleo de vísceras de aves.

Parâmetros	% de substituição do óleo de soja por óleo de vísceras de aves				
	0	25	50	75	100
Peso total (g)	61,24	57,67	54,09	62,18	53,96
Peso final (g)	8,70	8,44	8,60	9,03	8,24
Ganho de peso (g)	8,07	7,81	7,98	8,41	7,61
Consumo (g)	89,00	85,80	85,65	85,43	83,70
CA	1,45	1,49	1,58	1,37	1,55
Sobrevivência %	95,00	92,50	85,00	92,50	87,50
Tronco limpo (g)	3,24	3,24	3,26	3,38	3,10

(g) = gramas; C.A. (conversão alimentar) = consumo/peso, Tronco limpo = (peso vivo – (peso da cabeça, + peso das vísceras + peso das nadadeiras e pele)), nenhuma variável foi significativamente diferente ($P > 0,05$).

A substituição total ou parcial do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves não provocou nenhuma alteração nas variáveis de ganho de peso, sobrevivência, consumo de alimentos e conversão alimentar, no período ($P > 0,05$). Também Nwanna & Bolarinwa (2000) que testaram óleo de soja, óleo de peixe marinho, óleo de palmeira e uma mistura de óleos vegetais, para alevinos de tilápia não verificaram diferenças nas mesmas variáveis. Arzel et al. (1994) testaram óleo de peixe (cod) e óleo de milho para truta marrom (*Salmo trutta*) também não encontraram diferenças no desempenho, com as duas fontes lipídicas. Turchini et al. (2003) trabalhando com a truta marrom (*Salmo trutta*) testaram o óleo de vísceras de aves, bem como outras fontes de lipídios (óleo de peixe, canola, oliva e gordura de porco), também relataram que estas substituições não influenciaram nas variáveis de crescimento e conversão alimentar. No entanto, o uso de óleo de vísceras de aves provocou uma diminuição do crescimento de frangos de corte no período de 21 a 42 dias, sendo que esta não foi verificada no período de 21 a 49 dias (Andreotti, 2002).

Rocha et al. (2008) estudaram os efeitos da substituição total do milho por sorgo e níveis crescentes de óleo de abatedouro avícola frente aos parâmetros de desempenho, as características e o rendimento de carcaça em frangos de corte; tendo verificado que a adição de até 7,5% deste óleo (vísceras de aves) em rações à base de sorgo, promoveram resultados semelhantes em termos de rendimentos quando da utilização de rações à base de milho e do farelo de soja.

Análises físicas e químicas dos filés e das vísceras de tilápias

Na Tabela 3 apresentamos os resultados obtidos nas análises físicas e químicas efetuadas nos filés e nas vísceras dos alevinos de tilápias alimentadas com rações em que o óleo de soja foi substituído por óleo de vísceras de aves.

Tabela 3. Análises físicas e químicas dos filés e das vísceras de tilápia, alimentadas com rações em que o óleo de soja foi substituído por óleo de vísceras de aves

	Substituição do óleo de soja por óleo de vísceras de aves (%)				
	0	25	50	75	100
Filés					
Proteína	16,19 a	16,90 a	17,16 a	16,84 a	16,93 a
Umidade	76,30 a	76,23 a	75,89 a	76,67 a	76,45 a
Cinzas	2,43 a	2,39 a	2,40 a	2,46 a	2,58 a
Lipídios	2,56 a	1,27 b	1,42 b	1,37 b	0,85 b
Vísceras					
Proteína	14,22 a	13,67 a	13,63 a	14,03 a	14,40 a
Umidade	69,98 a	71,53 b	69,38 a	71,44 b	71,04 a
Cinzas	5,12 a	6,06 a	6,09 a	5,76 a	6,21 a
Lipídios	5,69 a	5,96 a	7,95 b	4,32 a	4,50 a

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet ($P < 0,05$). Dados em Porcentagem da Matéria Natural.

Os teores de proteína e cinzas das vísceras dos alevinos de tilápias não variaram com a substituição do óleo ($P > 0,05$). No entanto, a umidade e teor de lipídios foram significativamente diferentes em alguns níveis. Também na análise dos filés de tilápias os teores de proteína, umidade e cinzas não variaram com a fonte de lipídios, somente os teores de gordura foram menores ($P < 0,05$) com a substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves. Estes resultados estão de acordo com os de Nwanna & Bolarinwa (2000) que detectaram também diferenças nos teores de gorduras corporais de juvenis de tilápia do Nilo quando submetidos a tratamentos com diferentes fontes lipídicas. No entanto, Ng et al. (2003) não encontraram diferenças na composição corporal quando substituíram o óleo de fígado de bacalhau por óleo de palmeira para alevinos de bagre africano. Martino et al. (2002), estudando diferentes fontes de lipídios para alevinos de pintado e Grisdale-Helland et al. (2002) com a substituição parcial e total do óleo de peixe por óleo de soja em rações para o salmão do Atlântico, não encontraram diferenças na composição corporal. Esta diferença na composição corporal encontradas neste experimento deve-se provavelmente à capacidade da tilápia em digerir e metabolizar diferentes tipos de gorduras.

Perfil de ácidos graxos nas rações, nos filés e nas vísceras dos peixes

Os dados da composição dos ácidos graxos utilizadas nas rações são apresentados na [Tabela 4](#).

Tabela 4. Composição em ácidos graxos das rações utilizadas no experimento

Ácidos graxos	Substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves (%)				
	0	25	50	75	100
C14:0	0,2198	0,2247	0,6549	0,5203	0,4412
C14:1n5	0,0679	0,0545	0,0996	0,1271	0,1571
C16:0	14,766	15,317	16,856	18,493	20,329
C16:1n9	0,0800	0,1021	0,1251	0,0364	0,0456
C16:1n7	0,5856	1,0326	1,5346	2,2434	3,6037
C16:1n5	0,1668	0,1536	0,1692	0,0879	0,0491
C18:0	4,4688	4,4373	4,5618	4,7118	6,7536
C18:1n7	ND	0,1171	0,1101	0,1363	ND
C18:1n9	27,967	29,688	31,078	33,284	36,530
C18:2n6	46,022	44,018	40,027	35,086	27,574
C18:2n4	0,3589	0,2976	0,2475	0,1931	0,1434
C18:3n6	0,1639	0,1683	0,1556	0,1499	0,1364
C18:3n3	3,0829	2,7542	2,6475	2,4993	2,0347
C19:1n7	0,5397	0,4976	0,4818	0,4240	0,4484
C20:0	0,5173	0,3652	0,2968	0,2341	0,1943
C20:1n9	0,3336	0,1550	0,2339	0,3045	0,5234
C20:5n3	0,2669	0,3560	0,3990	0,2729	0,2917
C22:4n6	ND	ND	ND	0,1281	0,1031
C22:5n6	ND	ND	ND	0,2212	0,0693
C22:5n3	ND	ND	ND	0,2259	0,0971
C22:6n3	0,3934	0,2588	0,3201	0,6189	0,4728
Σ	100	100	100	100	100
AGPI	50,288	47,853	43,796	39,396	30,923
AGMI	29,741	31,801	33,832	36,643	41,357
AGS	19,971	20,344	22,370	23,959	27,719
n6	46,186	44,187	40,183	35,586	27,883
n3	3,7432	3,3692	3,3667	3,6171	2,8964
AGPI/AGS	2,5188	2,3534	1,9584	1,6445	1,1155
n6/n3	12,414	13,116	11,951	9,925	9,6551

AG = ácidos graxos / PI = polinsaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados

Na [Tabela 5](#) encontramos os resultados da composição dos ácidos graxos dos filés de alevinos de tilápias do Nilo, alimentadas com rações compostas por diferentes teores de substituição de óleo de soja por óleo de vísceras de aves.

O óleo de vísceras de aves por tratar-se de gordura animal, provocou um aumento nos teores de AGS totais com o aumento do ácido palmítico (16:0) e esteárico (18:0), apesar de não registrar aumentos crescentes nos teores de ácido mirístico (14:0) e araquídico (20:0) nas rações utilizadas no experimento. Também houve um aumento nos teores de AGMI provocado principalmente pelo aumento do ácido oleico (18:1 n-9). Já os teores de AGPI e n-6 totais, tiveram seus teores diminuídos com a diminuição dos teores de ácido linoleico (18:2 n-6) e linolênico (18:2 n-3), ácidos graxos característicos do óleo de soja.

Na [tabela 6](#) encontramos os resultados da composição dos ácidos graxos das vísceras dos alevinos de tilápias do Nilo, alimentadas com rações compostas por diferentes teores de substituição de óleo de soja por óleo de vísceras de aves.

O ácido palmítico aumentou seus teores nos filés de forma crescente, devido aos aumentos de suas porcentagens na ração, já nas vísceras, este ácido graxo apresentou um aumento linear até o nível de 75% de substituição quando seus níveis caem, indicando um limite para a incorporação deste nas vísceras. Já o ácido

esteárico, que não variou muito nas rações, teve um comportamento linear nas vísceras com uma máxima concentração nos 75% de substituição, apesar de este praticamente não variar nos filés.

Tabela 5. Composição em ácidos graxos dos filés de tilápias alimentados com rações com diferentes teores de substituição de óleo de soja por óleo de vísceras de aves

Ácidos Graxos	Substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves (%)									
	0		25		50		75		100	
C14:0	0,348	a	0,547	b	0,491	b	0,675	b	0,803	b *
C14:1 n-5	0,185	a	0,196	a	0,192	a	0,250	b	0,214	a *
C16:0	18,09	a	18,68	aB	20,14	bB	22,88	bA	24,12	bA
C16:1 n-9	0,293	a	0,313	aC	0,293	aBC	0,424	bAB	0,404	bA
C16:1 n-7	0,785	a	1,268	b	1,397	b	1,926	b	2,278	b *
C16:1 n-5	0,369		0,278		0,205		0,277		0,275	ns
C18:0	9,511	a	6,714	bB	9,169	aA	9,130	aA	8,301	aAB
C18:1 n-9	30,06	a	28,85	aC	36,18	bA	32,33	bB	36,91	bA
C18:2 n-6	26,67	a	29,34	a	22,67	b	20,34	b	16,93	b *
C18:2 n-4	0,404	a	0,254	b	0,301	a	0,618	b	0,421	a *
C18:3 n-6	0,633	a	1,398	bA	0,562	aC	0,951	bB	0,703	aAC
C18:3 n-3	1,183		1,048	B	1,108	B	1,041	B	1,288	A
C20:0	1,047	a	1,379	bA	0,818	bB	0,896	aB	0,729	bB
C20:1 n-9	2,149	a	1,799	a	1,690	a	1,468	b	1,296	b
C20:1 n-3	0,413	a	0,322	aAB	0,469	aA	0,269	aAB	0,154	bB
C20:3 n-6	1,300		1,076		0,999		1,056		0,855	ns
C20:3 n-3	2,476		2,039		1,445		2,111		1,457	ns
C22:4 n-6	1,256	a	1,248	a	0,627	b	0,854	a	0,796	a
C22:5 n-6	1,880	a	1,877	aA	0,682	bC	1,445	aAB	1,250	bB
C22:5 n-3	0,297		0,340		0,193		0,251		0,192	ns
C22:6 n-3	0,660		1,029	A	0,370	C	0,801	AB	0,640	BC
Σ	100		100		100		100		100	
AGPI	36,76	a	39,65	aA	28,95	bBC	29,47	bB	24,52	bC
AGMI	34,25	a	33,03	aC	40,43	bA	36,95	bB	41,53	bA
AGS	28,99	a	27,32	a	30,62	a	33,58	b	33,95	b *
n-6	31,74	a	34,94	aA	25,54	bB	24,65	bB	20,52	bC
n-3	5,03		4,78	A	3,59	B	4,47	AB	3,73	AB
AGPI/AGS	1,27	a	1,45	aB	0,95	bB	0,89	bB	0,72	bB
n-6/n-3	6,59		7,34		7,47		5,49		5,51	*

AG = ácidos graxos / PI = poli-insaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados, Dados em % do total de lipídeos* = regressão significativa ($P < 0,05$), ver as equações na Tabela 7. Letras maiúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Dunnet ($P < 0,05$).

A concentração de alguns ácidos graxos teve um comportamento que pode ser mais bem explicado por meio do uso de regressão, conforme as equações apresentadas na [Tabela 7](#).

Pelas análises, na forma com que alguns ácidos graxos variaram em alguns níveis de forma desordenada. De acordo com as variações entre os níveis de substituição, apesar de alguns aumentos lineares, podemos inferir que para a maioria dos ácidos graxos, a sua incorporação nas vísceras e nos filés é influenciada pelos resultantes dos teores de todos os ácidos graxos do conjunto. Este fato foi demonstrado por Caballero et al. (2002), que calcularam os coeficientes de digestibilidade dos diferentes ácidos graxos em diferentes fontes lipídicas para truta, mostrando que esta variou entre os mesmos, sendo influenciada pelos teores dos outros ácidos graxos da dieta. Parte das equações cúbicas encontrada nos teores de ácidos graxos das vísceras indica um desajustamento dos dados que poderia ser explicado pela presença de ração nos intestinos apesar do período de depuração dado de 24 horas.

Observa-se que o ácido oleico variou nas vísceras e no filé em alguns níveis de forma não linear, apesar de este ter seus níveis aumentados com a substituição. Já o ácido linoleico teve seus teores diminuídos tanto

nas vísceras, quanto nos filés, reflexo da diminuição das suas percentagens na dieta. O ácido linolênico e o DHA tiveram seus teores semelhantes ao grupo controle no filé com um pequeno aumento na sua concentração nas vísceras. A somatória dos AGPI, n-6 totais e n-6/n-3 tiveram seus teores diminuídos com a substituição tanto nos filés quanto nas vísceras. Ao contrário, os teores de AGMI e AGS aumentaram no filé e também nas vísceras acima dos 75% de substituição. Já os teores de n-3 totais foram semelhantes ao grupo controle no filé e diminuíram acima dos 50% de substituição nas vísceras. De uma maneira geral, os teores de ácidos graxos refletiram os das dietas, comportamento semelhantes encontrados também para outras espécies de peixes, conforme resultados de Martino et al. (2002), Regost et al. (2003), Lee et al. (2002), Caballero et al. (2002) e Montero et al. (2003).

Tabela 6. Composição em de ácidos graxos das vísceras de alevinos de tilápias submetidas à diferentes níveis de óleo de vísceras de aves.

Ácidos Graxos	Substituição do óleo de soja pelo óleo de vísceras de aves (%)									
	0		25		50		75		100	
C14:0	0,595	a	0,897	b	1,166	b	1,014	b	0,875	b *
C14:1 n-5	0,247	a	0,270	aB	0,299	bB	0,352	bA	0,344	bA
C16:0	25,90	a	28,55	a	29,66	a	38,35	b	32,24	b *
C16:1 n-9	0,281	a	0,284	aB	0,406	bA	0,361	aAB	0,410	bA
C16:1 n-7	0,895	a	1,253	a	2,017	b	1,335	b	1,963	b *
C16:1 n-5	0,442	a	0,357	aB	0,610	bA	0,587	bA	0,488	aAB
C18:0	10,12	a	8,707	a	9,076	a	13,31	b	11,15	a *
C18:1 n-9	24,84	a	25,07	aBA	28,61	aA	20,55	bB	26,99	aA
C18:1 n-7	2,633	a	2,419	a	2,491	a	2,196	b	2,505	a *
C18:2 n-6	22,55	a	22,48	aA	18,04	bAB	13,26	bB	14,29	bB
C18:2 n-4	0,476		0,457		0,318		0,617		0,378	ns
C18:3 n-6	0,590		0,618		0,467		0,421		0,431	ns
C18:3 n-3	1,061	a	1,276	a	1,300	b	1,208	a	1,329	B
C20:0	0,969	a	1,123	aA	0,851	aAB	0,621	bB	0,667	aB
C20:1 n-9	1,688	a	1,408	bA	1,058	bB	0,979	bB	1,065	bB
C20:1 n-3	0,571		0,285		0,701		0,280		0,217	ns
C20:3 n-6	1,376	a	0,775	a	0,467	b	0,549	b	0,602	b
C20:3 n-3	1,810	a	1,054	b	0,683	b	1,267	a	1,394	a*
C22:4 n-6	0,758		0,684		0,511		0,674		0,715	ns
C22:5 n-6	1,130		1,239		0,740		1,202		1,083	ns
C22:5 n-3	0,305		0,145		0,120		0,158		0,158	ns
C22:6 n-3	0,763		0,658		0,408		0,725		0,701	*
Σ	100		100		100		100		100	
AGPI	30,81	a	29,38	a	23,05	b	20,07	b	21,08	b
AGMI	31,60	a	31,34	aAB	36,19	bA	26,64	bB	33,99	aA
AGS	37,00	a	38,38	aB	39,59	aB	52,28	bA	44,06	aAB
n-6	26,40	a	25,79	a	20,22	b	16,09	b	17,12	b*
n-3	4,51	a	3,42	a	3,21	b	3,64	b	3,80	b
AGPI/AGS	0,83		0,77		0,58		0,39		0,48	*
n-6/n-3	5,99		7,55		6,46		4,44		4,51	*

AG = ácidos graxos / PI = poli-insaturados / MI = monoinsaturados / S = saturados. Dados em % do total de lipídeos. * = regressão significativa ($P < 0,05$), ver as equações na Tabela 7. Letras maiúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Letras minúsculas na mesma linha diferem pelo teste de Dunnet ($P < 0,05$).

Consideramos como dados relevantes, o fato de que enquanto nos filés os AGS aumentaram de forma crescente como na ração, os AGMI tiveram uma diminuição aos 75% de substituição; sendo que nas vísceras os AGS tiveram um aumento aos 75% de substituição com também uma diminuição dos APMI no mesmo nível, o que pode indicar a existência de uma relação entre a AGS e AGMI no tocante a limites fisiológicos de incorporação dos mesmos.

Resumidamente, pode-se dizer que os óleos de vísceras de origem animal constituem-se em uma importante fonte de energia; porém, a alta concentração de ácidos graxos insaturados em sua composição (NRC, 2011) favorece a sua oxidação, fato que compromete a sua qualidade, palatabilidade, eficiência e aproveitamento de vários nutrientes pelos animais (Racanincci et al., 2008). Normalmente, a energia adicional proveniente dos lipídios é armazenada na cavidade abdominal sob forma de gordura visceral, como reserva energética, conferindo maior resistência no período de inverno, conforme assegura Falcon et al. (2007) em experimentos com tilápia do Nilo, onde foram avaliados o desempenho e outros parâmetros fisiológicos.

Tabela 7. Equações de regressão relacionadas à concentração dos ácidos graxos nos filés e nas vísceras dos alevinos analisados

	variável (AG)	Equações	R ²
Filés	14:0	$Y = 1,13759 - 0,03825X + 0,00066X^2 - 0,0000031X^3$	0,89
	14:1	$Y = 0,422 - 0,0156X + 0,00030X^2 - 0,0000017X^3$	0,69
	16:1 n-7	$Y = 2,1143 - 0,061X + 0,0012X^2 - 0,0000061X^3$	0,98
	18:2 n-6	$Y = 45,807 - 0,927X$	0,93
	18:2 n-4	$Y = 1,262 - 0,072X + 0,0015X^2 - 0,0000064X^3$	0,80
	n-6/n-3	$Y = 6,640979625 - 0,002997434X$	0,77
	AGS	$Y = 25,65551 + 0,0913934X$	0,92
Vísceras	14:0	$Y = -0,2272 + 0,0679X - 0,001X^2 + 0,0000046X^3$	0,92
	16:0	$Y = 5,737 - 2,0497X + 0,042X^2 + 0,00023854X^3$	0,85
	16:1 n-7	$Y = -3,7173 + 0,3197X - 0,0056X^2 + 0,00002942X^3$	0,91
	18:0	$Y = 22,4643 - 0,9697X + 0,01951X^2 + 0,0001095X^3$	0,84
	18:1 n-7	$Y = 1,0099 + 0,0961X - 0,00185X^2 + 0,00001035X^3$	0,95
	20:3 n-3	$Y = 3,7951 - 0,1759X + 0,00303X^2 - 0,000000357X^3$	0,88
	22:6 n3	$Y = 2,3818 - 0,11052X + 0,0019X^2 - 0,00000227X^3$	0,78
	AGPI	$Y = 39,5533 - 0,47888X + 0,0029X^2$	1,00
	n-6	$Y = 25,71943422 - 0,134465975X + 0,0001102X^3$	0,94
	AGPI/AGS	$Y = 1,162512744 - 0,017991617X + 0,0001102X^3$	0,99

Conclusão

Pelos resultados obtidos, como não houve diferenças no desempenho zootécnico, assim como houve melhora na composição corporal, podemos concluir que, o óleo de vísceras de aves pode ser utilizado como fonte lipídica para alevinos de tilápia do Nilo sem prejuízo ao desenvolvimento dos mesmos, inclusive melhorando a composição dos filés, refletindo as dietas utilizadas.

Referências bibliográficas

- ABP. Associação Brasileira de Piscicultura. (2019). *Anuário Brasileiro da Piscicultura* Peixe BR 2019. 248p. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf>> Acesso em 09 julho 2019.
- Andreotti, M. O. (2002). *Valor nutricional de diferentes fontes lipídicas para frangos de corte*. PhD, Jaboticabal, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Arzel, J., Lopez, F. X. M., Métailler, R., Stéphan, G., Viau, M., Gandemer, G. & Guillaume, J. (1994). Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. *Aquaculture*, 123(3-4):361-375.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8):911-917.
- Boscolo, W. R. (2001). *Digestibilidade Aparente de alimentos convencionais e alternativos e a utilização do milho e farinha de varredura de mandioca em rações para a tilápia do Nilo*. Master of Science, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.
- Caballero, M. J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M. & Izquierdo, M. S. (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214(1-4):253-271.

- Detmann, E., Souza, M., Valadares Filho, S., Queiroz, A., Berchielli, T., Saliba, E., . . . Azevedo, J. (2012). *Métodos para análise de alimentos*. Minas Gerais: Suprema.
- Falcon, D. R., Barros, M. M., Pezzato, L. E. & Valle, J. B. (2007). Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(5):1462-1472.
- FAO. (2017). *Statistical Yearbook* (Vol. 1). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Grisdale-Helland, B., Ruyter, B., Rosenlund, G., Obach, A., Helland, S. J., Sandberg, M. G., . . . Røsjø, C. (2002). Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. *Aquaculture*, 207(3-4):311-329.
- ISO-R-5509. (1978). *Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509*. Geneva, Switzerland.
- Lee, S.-M., Jeon, I. G. & Lee, J. Y. (2002). Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 211(1-4):227-239.
- Maia, E. L. (1992). *Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce*. PhD, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.
- Martino, R. C., Cyrino, J. E. P., Portz, L. & Trugo, L. C. (2002). Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, 209(1-4):233-246.
- Montero, D., Kalinowski, T., Obach, A., Robaina, L., Tort, L., Caballero, M. J. & Izquierdo, M. S. (2003). Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. *Aquaculture*, 225(1-4):353-370. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00301-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00301-6)
- Ng, W.-K., Lim, P.-K. & Boey, P.-L. (2003). Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*, 215(1-4):229-243.
- NRC. (2011). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp* (7th rev. ed.). Washington: Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Nwanna, L. C. & Bolarinwa, T. O. (2000). *Effects of different dietary oils on the growth and economic performance of tilapia Oreochromis niloticus*. Paper presented at the International Symposium of Tilapia in Americas, Rio de Janeiro, Brasil.
- Racanicci, A. M. C., Menten, J. F. M., Arce, M. & Pino, L. M. (2008). Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, a composição da carcaça e a estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(3):443-449.
- Ramalho, H. F. & Suarez, P. A. Z. (2013). A Química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. *Revista Virtual de Química*, 5(1):2-15.
- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G. & Kaushik, S. J. (2003). Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*): 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217(1-4):465-482.
- Rocha, V. R. R. A., Dutra Júnior, W. M., Rabello, C. B. V., Ramalho, R. P., Ludke, M. d. C. M. M. & Silva, E. C. (2008). Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(1):95-102.
- Turchini, G. M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V. M. & Valfré, F. (2003). Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta L.*). *Aquaculture*, 225(1-4):251-267.

Recebido: 21 de julho, 2019.

Aprovado: 3 de setembro, 2019.

Publicado: 16 de janeiro, 2020.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.