

## Perfil lipídico e composição química de tilápias nilóticas em diferentes condições de cultivo

*Lipid profile and chemical composition of Nile tilapia under different raising conditions*

RIBEIRO, Paula Adriane Perez<sup>1\*</sup>; ROSA, Priscila Vieira e<sup>2</sup>; VIEIRA, Jodnes Sobreira<sup>3</sup>; GONÇALVES, Antônio Carlos Silveira<sup>2</sup>; FREITAS, Rilke Tadeu Fonseca de<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil,

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Zootecnia, Aracajú, SE, Brasil.

\*Endereço para correspondência: paulaperezribeiro@hotmail.com

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o perfil lipídico e a composição química dos filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) mantida em três condições de cultivo, por um período de 120 dias. Foram utilizados 2075 machos sexados de tilápia, distribuídos em dois tanques de terra e um tanque de alvenaria. Os tratamentos aplicados foram: dieta base em tanque de alvenaria; dieta base em tanque de terra e alimentação natural por meio de fertilização química e orgânica em tanque de terra. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os parâmetros avaliados foram: identificação do plâncton, perfil de ácidos graxos e teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas dos filés. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de significância). Foram encontrados cinco gêneros distintos de zooplâncton e quatro gêneros de fitoplâncton predominantes. Os resultados demonstraram não haver diferença estatística para o teor de umidade e cinzas dos filés. Porém, os animais mantidos no sistema fertilizado apresentaram filés com maior teor de proteína bruta e menor teor lipídico, além de uma melhor relação ômega-3/ômega-6, com maiores quantidades de DHA (ácido graxo docosahexaenóico).

**Palavras-chave:** nutrição, ômega-3, peixe, plâncton

### SUMMARY

This study aimed to evaluate the lipid profile and the chemical composition of the fillets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) maintained under three raising conditions, for a period of 120 days. A total of 2075 sexed males of tilapia were utilized, allotted into two ponds and one alvenaria pond. The applied treatments were: feeding with a basal diet in the alvenaria pond; feeding with the basal diet in the earthen pond and natural feeding through chemical and organic fertilization. The experimental design was in a completely randomized design, with three treatments and ten replicates. The evaluated parameters were: identification of plankton, profile of fatty acids and contents of moisture, crude protein, etereo extract and ashes of the fillets. The data were subjected to analysis of variance and the means of the treatments were evaluated by Tukey's test (5% of significance). A total of five predominant distinct genera of zooplankton and four genera of phytoplankton were found. The results shown any statistical differences for the moisture and ashes contents of the fillets over all treatments tested. Therefore only the animals raised under the fertilization system shown increased crude protein content and decreased lipid content. The fatty acid profile of the fillets shown better omega-3/omega-6 ratio, with higher amounts of docosahexaenoic fatty acid in fertilization system.

**Keywords:** fish, nutrition, omega-3, plankton

## INTRODUÇÃO

As características da carne de peixes, como os teores de gordura e proteína podem ser influenciados pela alimentação. O conteúdo de proteína tende a variar pouco em animais saudáveis, exceto durante a estação reprodutiva ou períodos de privação alimentar. O aumento da idade leva a uma diminuição no conteúdo de água e a um aumento no teor de gordura, com pequenas alterações nos teores de proteína e minerais. A composição corporal de espécies de peixes menores é consideravelmente mais afetada pela privação de alimento do que em peixes de porte maior (SIMÕES et al., 2007).

A composição bromatológica pode determinar o status nutricional dos animais submetidos a tratamentos experimentais. Os peixes de água doce apresentam constituição corporal rica em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, e sua variação é decorrente de alterações naturais na composição de fitoplânctons e zooplânctons, bases de sua cadeia alimentar. As espécies de água doce, de uma forma geral, possuem uma série de enzimas capazes de modificar o perfil da dieta e dos ácidos graxos, bem como dos produtos de sua biossíntese (TOCHER, 2003).

A ingestão de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 pode ser aumentada não só pelo consumo de peixes que contenham altos teores de óleo, como também pela elevação dos níveis de ácido eicosapentaenóico (EPA) e de ácido docosahexaenóico (DHA) em alimentos pobres em ômega-3. Uma maneira prática de enriquecer a alimentação de peixes criados em cativeiro é através do uso de alimento natural, que pode ser obtido por fertilização dos tanques com adubo orgânico e/ou químico. A adubação dos

viveiros tem como objetivo propiciar o crescimento de organismos bentônicos, ricos principalmente, em ácidos graxos poliinsaturados (SHIRAI et al., 2006).

A composição em ácidos graxos da carcaça dos peixes irá depender de sua alimentação e, conseqüentemente, de sua capacidade filtradora. A utilização da tilápia em sistemas de criação tem como grande vantagem a alimentação pela capacidade dos peixes em aproveitar microalgas e microcrustáceos presentes no plâncton dos tanques. Assim, a adubação dos viveiros tem por finalidade o crescimento de organismos bentônicos, fontes de nutrientes essenciais ao desenvolvimento dos peixes.

Objetivou-se determinar o perfil lipídico e os teores de ácidos graxos poliinsaturados, bem como a composição química dos filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) mantida em diferentes condições de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve duração de 120 dias, e utilizou-se de 2075 machos sexados de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), distribuídos em dois tanques de terra de 390m<sup>3</sup> cada e um tanque de alvenaria de 50m<sup>3</sup>, em que se manteve uma relação de 2,5 peixes/m<sup>3</sup>. Ao final do período experimental foram retiradas de cada tanque dez amostras de cinco peixes cada, para a constituição de amostras compostas.

Os tratamentos aplicados foram: sistema de criação com dieta base em tanque de alvenaria; sistema de criação com dieta base em tanque de terra e sistema de criação com alimentação natural, por meio de fertilização em tanque de terra. Os animais receberam dieta base com 36% de proteína bruta até atingirem o

peso médio de 50g, a partir do qual passaram a receber dieta base que continha 32% de proteína bruta. As dietas foram extrusadas e formuladas com milho, farelo de soja, farinha de peixe, óleo de soja, fosfato bicálcico, suplemento mineral e vitamínico, antioxidante e inerte. Os peixes referentes aos tratamentos com as dietas base, receberam alimentação duas vezes ao dia, períodos nos quais se realizou o monitoramento limnológico dos tanques, com verificação da temperatura da água e do teor de oxigênio por meio de um oxímetro digital portátil YSI 55. O pH foi aferido com utilização de um equipamento F-1002, e o índice de transparência com disco de Secchi de 26,5cm de diâmetro (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). A fertilização inicial do tanque de terra utilizada no tratamento que envolveu sistema de criação com alimentação natural, ocorreu por meio da adição de esterco de aves curtido como adubo orgânico, e uma mistura de sulfato de amônia e super fosfato simples como adubo químico, mantida em uma relação de nitrogênio e fósforo de 5:1, e a manutenção realizada semanalmente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa SAEG -Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Foram realizadas análises do plâncton dos tanques e dos filés dos peixes. Ao final da fase experimental foram retiradas dos tanques dez amostras, com cinco peixes cada, para a elaboração de amostras compostas, em um total de dez repetições. Os peixes de cada amostra foram eviscerados e desprovidos de cabeça e nadadeiras, filetados e moídos,

de modo que se constituísse uma massa única para determinação do perfil de ácidos graxos e composição química.

As amostras de tecido muscular foram submetidas à extração e esterificação lipídica pelo método de Folch et al. (1957). Os metil ésteres de ácidos graxos foram submetidos à cromatografia gasosa para a qual se utilizou equipamento Varian 3800, com detector por ionização em chama, injetor no modo “*splitless*”, coluna capilar de sílica fundida DB-WAX (30m x 0,25mm x 0,25µm) (J&W Scientific, USA), acoplado a um *software* (Borwin, JMBS Developpements). As condições cromatográficas foram: gás de arraste nitrogênio (em uma vazão de 2,0mL/min.); temperatura inicial da coluna em 75<sup>0</sup>C (durante 4 minutos, com elevação de 10<sup>0</sup>C/min., até 235<sup>0</sup>C); temperatura do detector em 280<sup>0</sup>C e do injetor em 250<sup>0</sup>C, injetado 1µL da amostra, com tempo de corrida de 30 minutos. A identificação e quantificação dos ácidos graxos foram feitas por comparação dos tempos de retenção dos padrões de ésteres metílicos (Supelco® 37 FAME Mix) com os da amostra.

O zooplâncton e o fitoplâncton, coletados semanalmente com o auxílio de uma rede de plâncton por arrasto vertical no monge, passaram por análises qualitativas, de acordo com a metodologia descrita por Augusto & Melo (1981). A identificação do fitoplâncton foi realizada pela observação de lâminas em microscópio óptico com aumento de 100x, e do zooplâncton em placa de Petri, para observação direta em microscópio estereoscópio. As espécies foram classificadas com o auxílio de uma chave dicotômica específica para organismos de água doce.

As amostras dos filés foram analisadas em laboratório para a determinação dos

teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo metodologia proposta pela AOAC (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros limnológicos monitorados mantiveram-se dentro de faixas normais para a espécie em estudo. A observação do plâncton mostrou uma maior concentração de indivíduos e maior variedade de gêneros no sistema de criação com alimentação natural que envolveu fertilização em tanque de terra. Foram identificados cinco gêneros distintos de zooplâncton, com espécies de 100 a 200µm. Dentre eles, *Cyclops*, *Bosmia* e *Calanus* foram de ampla distribuição, encontrados nos três sistemas de cultivo e em todas as fases do experimento. Dentre os gêneros predominantes de fitoplâncton foram observados *Chlorella*, *Scenedesmus*,

*Nitzschia* e *Navicula*, com espécies que variavam entre 10 e 80µm. A população de microalgas do gênero *Chlorella* se sobressaiu perante as demais no sistema de criação com alimentação natural em resposta à relação nitrogênio:fósforo de 5:1, obtida com a adubação química e orgânica e às condições de pH da água. A diversidade de espécies planctônicas, bem como sua composição e distribuição, estão relacionadas ao estado trófico do ambiente e ao grau de interação biológica (LUZ et al., 2001; GLADYSHEV et al., 2010). A fertilização dos tanques por meio de adubos químicos e orgânicos estimula a proliferação planctônica, o que disponibiliza alimento natural aos peixes (MINUCCI et al., 2005). O peso médio dos peixes neste estudo foi de 174,5g, no tratamento que envolveu dieta base em tanque de alvenaria, 65,41g no tratamento com dieta base em tanque de terra e 173,3g no tratamento em tanque fertilizado.

Tabela 1 Efeito dos sistemas de cultivo na composição química dos filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)

Tratamentos <sup>2</sup>	Nutrientes (%) <sup>1</sup>			
	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas
Tanque de alvenaria	75,86±1,84 <sup>a</sup>	51,72±1,69 <sup>b</sup>	12,32±1,32 <sup>b</sup>	6,20±0,52 <sup>a</sup>
Tanque de terra	75,58±4,50 <sup>a</sup>	68,17±1,99 <sup>a</sup>	14,26±0,75 <sup>a</sup>	6,10±1,15 <sup>a</sup>
Tanque fertilizado	73,47±4,96 <sup>a</sup>	70,55±5,27 <sup>a</sup>	7,44±0,74 <sup>c</sup>	5,93±0,81 <sup>a</sup>
CV (%)	5,34	5,35	5,63	5,06

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância;

<sup>2</sup>Tanque de alvenaria (sistema de criação com dieta base); tanque de terra (sistema de criação com dieta base); tanque fertilizado (sistema de criação com alimentação natural, em tanque de terra).

Observou-se efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) dos tratamentos sobre os teores de proteína bruta. O sistema de criação que envolve tanques de terra,

adubados ou não, proporciona melhores níveis de proteína nos filés quando comparado aos tanques de alvenaria. Estes resultados concordam com Vieira

et al. (2005), que obtiveram um percentual de proteína bruta semelhante quando trabalharam com milho extrusado na alimentação de piabas (*Leporinus friderici*). Esses teores de proteína mais elevados são, em parte, atribuídos ao plâncton presente nesses tanques.

Embora a alimentação artificial seja preconizada nos diferentes sistemas de criação de peixes, algumas espécies apresentam taxas de crescimento elevadas com consumo de alimentos naturais (PIEDRAS & POUHEY, 2004).

A *Chlorella*, gênero de microalgas encontrado em abundância no tanque fertilizado, pertence à classe das clorofíceas, cujos teores médios de proteína são de 30%. O zooplâncton também contribui para a elevação de níveis de proteína dos filés (AZIM et al., 2002). Da mesma forma, os resultados para os animais do tanque de alvenaria são condizentes com aqueles observados por Furuya et al. (2000), que ao trabalharem com exigência protéica para alevinos de tilápia nilótica, constataram teores de proteína na carcaça em torno de 58%, para animais mantidos em condições semelhantes.

Os teores de extrato etéreo nos filés também diferiram significativamente ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos, uma vez que foram mais elevados nos peixes mantidos em tanque de terra e alimentados com ração e inferiores nos animais cuja única fonte alimentar era o plâncton.

Os resultados encontrados para os peixes dos tanques de alvenaria e de terra, alimentados com ração, se assemelham aos de Aiura & Carvalho (2007), que ao estudarem a deposição lipídica em tilápias alimentadas com dietas que continham tanino, observaram níveis de lipídios corporais próximos de 13%. Percentuais semelhantes (13,3% de lipídios)

também foram relatados por Luzia et al. (2003), ao analisarem o perfil lipídico da tilápia entre outras espécies de peixes alimentadas com ração.

Os baixos teores de extrato etéreo observados neste estudo para os peixes do tanque fertilizado, podem ser explicados pela baixa concentração lipídica da *Chlorella*, gênero de microalga encontrado em maior abundância neste tratamento. As clorofíceas apresentam, em média, 2,6 a 3,0% de lipídios em sua composição (AZIM et al., 2002). Embora o zooplâncton apresente teor mais elevado de lipídio, quando comparado ao fitoplâncton, este pode sofrer variação em função do ambiente e do manejo nos tanques de piscicultura (SANTEIRO et al., 2006).

Esta variação nos teores de extrato etéreo dos filés também pode estar relacionada à falta de padronização das rações fornecidas durante o experimento, uma vez que o mercado não disponibiliza rações específicas para atender as exigências nutricionais da tilápia. Assim, o aproveitamento de carboidrato pelos peixes pode ter sido diferenciado, se considerarmos sua forma de apresentação: amido nas rações e laminarina nas algas. A deposição lipídica em peixes, além do fator nutricional, ainda pode ser influenciada pela temperatura, tamanho e estágio de desenvolvimento dos mesmos (ITUASSU et al., 2004).

Os teores de cinzas e umidade nos filés apresentaram-se uniformes dentre os tratamentos, já que não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ( $P > 0,05$ ). Os resultados, em média, de 6,07% de cinzas e 75% de umidade estão de acordo com a maioria dos estudos realizados com composição corporal de peixes de água doce (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; VILA NOVA et al., 2005).

Os resultados da análise de variância mostram efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) dos tratamentos sobre o perfil de alguns ácidos graxos poliinsaturados ômega-6 (C18:2 n-6 e C20:4 n-6) e ômega-3 (C18:3 n-3; C20:3 n-3, C20:5 n-3 e C22:6 n-3), nos filés de tilápia.

Observou-se efeito significativo dos tratamentos sobre os teores dos ácidos graxos pesquisados (série ômega-6: C18:2 n-6 e C20:4 n-6; série ômega-3: C18:3 n-3; C20:3 n-3, C20:5 n-3 e C22:6 n-3) ( $P \leq 0,05$ ) - (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil dos principais ácidos graxos poliinsaturados encontrados nos filés de tilápia e efeito dos tratamentos nestes percentuais

Tratamentos <sup>2</sup>	Ácido graxo <sup>1</sup>					
	C18:2	C18:3	C20:3	C20:4	C20:5	C22:6
Tanque de alvenaria	14,86±2,13 <sup>a</sup>	1,01±0,09 <sup>b</sup>	0,95±0,10 <sup>a</sup>	0,21±0,04 <sup>b</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,98±0,04 <sup>b</sup>
Tanque de terra	15,86±2,07 <sup>a</sup>	1,39±0,22 <sup>b</sup>	0,69±0,05 <sup>ab</sup>	0,10±0,08 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,89±0,06 <sup>b</sup>
Tanque fertilizado	7,76±0,87 <sup>b</sup>	2,32±0,54 <sup>a</sup>	0,44±0,02 <sup>b</sup>	2,99±0,16 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	10,01±2,97 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

<sup>2</sup>Tanque de alvenaria (sistema de criação com dieta base); tanque de terra (sistema de criação com dieta base); tanque fertilizado (sistema de criação com alimentação natural, em tanque de terra).

O ácido graxo C18:2 n-6 foi encontrado em maior proporção nos animais submetidos aos sistemas de criação que envolveram tanque de alvenaria e tanque de terra (14,86% e 15,86%, respectivamente), nos quais os animais eram alimentados com ração. Aiura & Carvalho (2007) encontraram valores superiores para o C18:2 n-6 (aproximadamente 22%), ao avaliarem diferentes níveis de tanino para tilápia. Esta superioridade é ainda relatada em maior escala por Justi et al. (2003) que, ao trabalharem com tilápias, também observaram teores de 53,8% de C18:2 n-6 nos filés. A concentração mais elevada deste ácido graxo nestes tratamentos, em relação ao tanque fertilizado, pode ser explicada pelos seus altos teores nas rações utilizadas tanto na fase de alevinagem, quanto na fase de crescimento e engorda (28,12%

e 29,16%, respectivamente). Os teores musculares de ácidos graxos em tilápias mostram-se reflexo da composição lipídica da dieta. Esse fato pôde ser observado por Bahurmiz & Ng (2007), que ao avaliarem dietas que continham óleo de palma, cujo teor de C18:2 n-6 é baixo (11%, em média) encontraram valores também reduzidos deste ácido graxo nos filés de tilápias vermelhas (*Oreochromis* sp.) (8%, em média). A baixa porcentagem de C18:2 n-6 nos peixes mantidos sob sistema de fertilização (7,76%) está de acordo com Luzia et al. (2003). Ao avaliarem o perfil de ácidos graxos da tilápia obtida em rios, esses autores reportaram valores de 8,95% desse composto no verão e 4,10% no inverno, e esta variação foi explicada pela diminuição na disponibilidade de alimento natural para os peixes na época mais fria do

ano. Esta baixa concentração de C18:2 n-6 nos peixes do tanque fertilizado também pode ser atribuída ao fato de que algumas espécies de copépodes (microcrustáceos encontrados na água do tanque), em especial aquelas pertencentes ao gênero *Calanus*, apresentam, em média, 5% deste ácido graxo em sua composição (LAVANIEGOS & LÓPEZ-CORTÉS, 1997).

Apesar das diferenças de concentração do C18:2 n-6 nos peixes do tanque fertilizado em relação aos demais tratamentos, o C20:4 n-6, outro representante da série ômega-6, foi encontrado em proporções inversas, com níveis mais elevados nos peixes sob efeito da adubação (2,99%). Este perfil está de acordo com Luzia et al. (2003), que reportaram para este ácido graxo, nas tilápias em ambiente natural, valor de 3,09%.

Com relação aos ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3, o C18:3 n-3 mostrou-se mais elevado o tratamento 3 ( $P \leq 0,05$ ), quando comparado aos demais tratamentos. O teor de 2,32% deste ácido graxo é condizente com os teores médios fornecidos pelo zooplâncton, mais especificamente pelos copépodes, de 3% deste composto, segundo Lavaniegos & López-Cortés (1997). Os resultados para os demais tratamentos, 1,01% e 1,39% (tanque de alvenaria e tanque de terra, respectivamente), mostram-se também próximos aos percentuais encontrados por Aiura & Carvalho (2007), em média 1,6% e Justi et al. (2003), 1,58%. Esta menor concentração de C18:3 n-3 observada nos animais submetidos a tratamentos com ração está relacionada à pequena porcentagem deste ácido graxo presente neste tipo de alimento (1,67% na ração de alevinagem e 0,08% na ração de crescimento e engorda). O C20:3 n-3

apresentou-se em percentuais superiores (0,95%) nos filés referentes aos peixes do tanque de alvenaria ( $P \leq 0,05$ ).

O ácido eicosapentaenóico ou EPA (C20:5 n-3) foi encontrado em quantidades muito pequenas nos animais submetidos ao sistema de criação em tanque de alvenaria e não foi significativamente detectado nos demais tratamentos ( $P \leq 0,05$ ). Estudos com tilápias nilóticas mostram que as quantidades musculares deste ácido graxo tendem a se manterem mais baixas, quando comparadas aos demais compostos desta mesma série ômega (RASOARAHONA et al., 2005).

Dentre os ácidos graxos insaturados de cadeia longa, a maior quantidade foi observada para o docosahexaenóico ou DHA (C22:6 n-3). Os animais mantidos em tanque fertilizado apresentaram os melhores resultados percentuais de DHA em relação aos demais sistemas de criação ( $P \leq 0,05$ ), com níveis de 10,01% deste ácido graxo. Este percentual é, em grande parte, atribuído à comunidade planctônica, base da alimentação destes peixes (SOARES et al., 2007). As espécies do gênero *Calanus* (microcrustáceos presentes na água) apresentam, em média, 7% de DHA (LAVANIEGOS & LÓPEZ-CORTÉS, 1997) e as clorofíceas do gênero *Chlorella*, em média 0,5% de DHA (MAAZOUZI et al., 2008). Nos demais sistemas de criação, tanques alvenaria e de terra, com fornecimento de ração, os resultados de 0,98% e 0,89% de DHA, respectivamente, mostraram-se superiores aos dados obtidos por Justi et al. (2003) (0,12% de DHA) e inferiores aos dados reportados por Aiura & Carvalho (2007) (2,05%, em média, de DHA). De acordo com Aiura & Carvalho (2007), a porcentagem do total de ácidos graxos poliinsaturados dos filés de tilápia varia entre 26% e 30%. Porém, Rahman et al.

(1995) encontraram valores em torno de 18%, enquanto Andrade et al. (1995) e Justi et al. (2003) obtiveram níveis de poliinsaturados de 38,5% e 55,6%, respectivamente.

A relação ômega-3/ômega-6 para os animais dos tratamentos que envolveram tanque de alvenaria e tanque de terra (0,20 e 0,18, respectivamente), alimentados com ração, foi inferior à relatada para peixes de água doce, a qual varia normalmente de 0,5 a 3,8, conforme Berge et al. (2009). Porém, a relação ômega-3/ômega-6 para os animais do tanque fertilizado (1,2) está condizente com esses autores, e confirma assim uma maior proporção de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 nos filés dos peixes mantidos em sistema com alimentação natural.

Embora a tilápia não apresente requerimentos dietéticos específicos de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, filés de tilápia com teores elevados destes ácidos graxos essenciais teriam maior aceitação pelo mercado consumidor, atualmente preocupado com benefícios alimentares na saúde humana.

Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que o sistema de cultivo interfere na composição química dos filés de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), já que os filés provenientes de tanques fertilizados apresentam maior teor protéico e menor deposição lipídica, fator este benéfico à qualidade nutricional da carne. Ainda, o perfil lipídico dos filés provenientes de sistemas fertilizados apresenta uma melhor relação ômega-3/ômega-6, com altos níveis de DHA (ácido docosahexaenóico), o que reflete a composição lipídica do alimento natural obtido com a fertilização adotada.

## REFERÊNCIAS

AIURA, F.S.; CARVALHO, M.R.B. Body lipid deposition in Nile tilapia fed on rations containing tannin. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.1, p.50-56, 2007.

ANDRADE, A.D.; RUBIRA, A.F. MATSUSHITA, M. Omega-3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. **American Oil Chemistry Society**, v.72, p.1207-10, 1995.

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSI, D.M.; FIM, J.D.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-Intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemistry**. Washington, 1998. 1102p.

AUGUSTO, J.A.; MELLO, H.A.R. Estudos preliminares sobre o plâncton de viveiros fertilizados quimicamente e estocados com híbrido de *Tilápia hornorum* x *Tilápia nilótica*. DNOCS, Fortaleza, 1981. p.533-41. (Coletânea de Trabalhos Técnicos, 2).

AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; KHATOON, H.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. **Aquaculture**, v.212, p.227-243. 2002.

- BERGE, G.M.; WITTEN, P.E.; BAEVERFJORD, G.; VEGUSDAL, A.; WADSWORTH, S.; RUYTER, B. Diets with different n-6/n-3 fatty acid ratio in diets for juvenile Atlantic salmon, effects on growth, body composition, bone development and eicosanoid production. **Aquaculture**, v.296, p.299-308, 2009.
- BAHURMIZ, O.M.; NG, W.K. Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. **Aquaculture**, v.262, p.382-392, 2007.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biology and Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- GLADYSHEV, M.I.; SUSHCHIK, N.N.; MAKHUTOVA, O.N.; DUBOVSKAYA, O.P.; KRAVCHUK, E.S.; KALACHOVA, G.S.; KHROMECHKEK, E.B. Correlations between fatty acid composition of seston and zooplankton and effects of environmental parameters in a eutrophic Siberian reservoir. **Limnologia**, v.40, n.4, p.343-357, 2010.
- ITUASSU, D.R.; SANTOS, G.R.S.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1199-1203, 2004.
- JUSTI, K.C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J.V.; SOUSA, N.E.; MATSUSHITA, M. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.
- LAVANIEGOS, B.E.; LÓPEZ-CORTÉS, D. Fatty acid composition structure of plankton from the San Lorenzo Channel, Gulf of California. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.45, p.845-854, 1997.
- LUZ, K.G.; ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p.401-407, 2001.
- LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v.83, p.93-97, 2003.
- MAAZOUZI, C.; MASSON, G.; IZQUIERDO, M.S.; PIHAN, J.C. Midsummer heat wave effects on lacustrine plankton: Variation of assemblage structure and fatty acid composition. **Journal of Thermal Biology**, v.33, p.287-296, 2008.
- MINUCCI, L.V.; PINESE, J.F.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Análise limnológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrochepalus* (*Pices, Anostomidae*). **Bioscience Journal**, v.21, n.1, p.123-131, 2005.

PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.O.F.  
Alimentação de alevinos de peixe-rei  
(*Odontesthes bonariensis*) com dietas  
naturais e artificiais. **Ciência Rural**,  
v.34, n.4, p.1203-1206, 2004.

RAHMAN, S.A.; HUAH, T.S.;  
NASSAN, O.; DAUD, N.M. Fatty acid  
composition of some Malaysian  
freshwater fish. **Food Chemistry**, v.54,  
p.45-49, 1995.

RASOARAHONA, J.R.E.;  
BARNATHAN, G.; BIANCHINI, J.P.;  
GAYDOU, E.M. Influence of season on  
the lipid content and fatty acid profiles  
of three tilapia species (*Oreochromis  
niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia  
rendalli*) from Madagascar. **Food  
Chemistry**, v.91, p.83-694, 2005.

SANTEIRO, R.M.; PINTO-COELHO,  
R.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.  
Diurnal variation of zooplankton  
biochemical composition and biomass  
in plankton production tanks. **Acta  
Scientiarum Biological Science**, v.28,  
n.2, p.103-108, 2006.

SHIRAI, N.; HIGUCHI, T.;  
HIRAMITSU, S. Analysis of lipid  
classes and the fatty acid composition of  
the salted fish roe food products, Ikura,  
Tarako, Tobiko and Kazunoko. **Food  
Chemistry**, v.94, p.61-67, 2006.

SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.;  
RIBEIRO, S.C.A.; PARK, K.J.; MURR,  
F.E.X. Composição físico-química,  
microbiológica e rendimento do filé de  
tilápia tailandesa (*Oreochromis  
niloticus*). **Ciência e Tecnologia de  
Alimentos**, v.27, n.3, p.608-613, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.  
**Limnologia aplicada à aquicultura**.  
Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

SOARES, M.C.S; SOPHIA, M.G;  
HUSZAR, V.L.M. Phytoplankton flora  
of two rivers in Southeast Brazil –  
Paraibuna and Pomba Rivers, Minas  
Gerais. **Revista Brasileira de  
Botânica**, v.30, n.3, p.433-450, 2007.

TOCHER, D.R. Metabolism and  
functions of lipids and fatty acids in  
teleost fish. **Fisheries Science**, v.11,  
n.2, p.107-184, 2003.

VIEIRA, J.S.; LOGATO, P.V.R.;  
RIBEIRO, P.A.P.; FREITAS, R.T.F.;  
FIALHO, E.T. Efeito do processamento  
do milho sobre o desempenho e  
composição de carcaça de piaba  
(*Leporinus friderici*) criada em tanques-  
rede. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29,  
n.2, p.453-458, 2005.

VILA NOVA, C.M.V.M.; GODOY,  
H.T.; ALDRIGUE, M.L. Composição  
química, teor de colesterol e  
caracterização dos lipídios totais de  
tilápia e pargo (*Oreochromis  
niloticus*)(*Lutjanus purpureus*). **Ciência  
e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3,  
p.430-436, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV. **Sistema para análise  
estatística e genética - SAEG**. Versão  
8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

Data de recebimento: 09/09/2010

Data de aprovação: 16/02/2011