



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**SUPLEMENTAÇÃO DE SEMENTE DE PERILA (*Perilla frutescens*) COMO
FONTE DE ÁCIDO GRAXO ÔMEGA-3 EM DIETA PARA TILÁPIA DO NILO**

HEVELYSE MUNISE CELESTINO DOS SANTOS

Maringá
2011

HEVELYSE MUNISE CELESTINO DOS SANTOS

SUPLEMENTAÇÃO DE SEMENTE DE PERILA (*Perilla frutescens*) COMO FONTE DE ÁCIDO GRAXO ÔMEGA-3 EM DIETA PARA TILÁPIA DO NILO

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos

Maringá
2011

Orientador

Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro

Co-Orientador

Prof. Dr. Jesui Vergilio Visentainer

BIOGRAFIA

HEVELYSE MUNISE CELESTINO DOS SANTOS, nascida em 30 de abril de 1986 na cidade de Regente Feijó-SP. Em 2007 ingressou no curso superior de Tecnologia em Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Londrina. Durante a graduação realizou estágio no IAPAR, no Laboratório de Nutrição Animal, da Estação Experimental Raul Juliatto. Em 2009 estagiou no Laboratório de Físico-Química da Embrapa Soja – Londrina, participando de pesquisas com desenvolvimento de produtos com variedades de soja especiais para alimentação humana. Formou-se em fevereiro de 2010 como Tecnóloga em Alimentos. Iniciou o curso de mestrado em Ciência de Alimentos, na Universidade Estadual de Maringá – UEM em abril de 2010, realizando estudos com potenciais fontes vegetais para a incorporação de ácidos graxos ômega 3 em tilápias do Nilo. Em outubro de 2011 submeteu-se à defesa de dissertação para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Dedico

À Deus, meu refúgio e minha fortaleza.
Aos meus pais Odete e Genivaldo, pelo imerso amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me abençoado com a oportunidade de estudar, por ter me dado forças para caminhar e persistir nos meus sonhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro, pelas orientações na condução desse trabalho, pela paciência, compreensão e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. Jesui Vergílio Visentainer pelas orientações, pelos conhecimentos compartilhados e pelo incentivo.

Ao Prof. Dr. Makoto Matsushita, por sempre me ajudar de forma tão prestativa durante a realização das análises.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PPC/UEM) que contribuiu para a minha formação profissional, dando o suporte necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

A minha querida amiga Márcia Fernandes Nishiyama, pela parceria no desenvolvimento desse estudo, aos bons e complicados momentos que passamos juntas a cada etapa do trabalho e pela grande amizade.

Ao Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya, pela elaboração das formulações das rações.

Ao Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo e ao Prof. Dr. Aldi Feiden, por disponibilizar as estruturas do Gemaq, na Unioeste, campus Toledo-PR, para a elaboração das rações.

Aos estagiários do Gemaq, que de forma tão prestativa auxiliaram na elaboração das rações.

Ao Prof. Dr. Carlos Oliveira (Carlão) pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Lauro Vargas, pelas conversas e troca de conhecimentos, pelo incentivo e apoio.

Ao funcionário da Codapar Vitor, pela imensa ajuda na fabricação das rações em Toledo-PR e durante a condução do experimento no Rio do Corvo.

A todos do grupo PeixeGen: Ricardo Hideo, Daniel, Luiz, Graciela, Geraldo, Tati, Mônica, Bruna, Felipe, Melanie, Vanessa, Regiane e os demais alunos que auxiliaram no desenvolvimento do experimento no Rio do Corvo, pelo momentos de muito trabalho mas de muita descontração que passamos juntos.

Aos meus amigos e companheiros do laboratório CromAlimentos: Paula, Joana, Damila, Beatriz, Bia Zanqui, Aloisio, Aline, Suelen, Swami, Elton, Zero Meia, Silvyo, Jéssica, Sheisa, Érica, Luciana, Rafael, Thiago, Oscar e Dirceu (*in memoriam*), que

de alguma forma contribuíram com este trabalho, seja nas análises, nas soluções emprestadas ou mesmo pela companhia e convívio, e pelos bons momentos de alegrias e confraternização.

A secretária da Pós-Graduação PPC Lúcia que sempre prontamente me atendeu e ajudou.

Aos meus pais Odete e Genivaldo pelo amor, pelas orações e incentivo em todas as etapas da minha vida.

As minhas irmãs Hevely e Hinglid, por sempre estarem ao meu lado, dando-me força e apoio nos momentos mais difíceis e alegres, minhas eternas amigas e companheiras.

À minha querida avó Rosalina, pelas orações e pelo grande carinho.

À todos os meus familiares, (tios (as), primos (as)...) alguns mais presentes, outros mais distantes, porém de alguma forma me incentivaram e apoiaram.

As minhas queridas amigas: Suellen, Nina, Raquel, Luana, Natália, Marcela, Valéria, Lidiane, Cibeli e Aline, pela amizade e pelo apoio nos momentos que precisei.

As minhas companheiras de apartamento, Kamila e Maiara, pela compreensão, apoio e pelo convívio do dia a dia.

As amigas: Priscila, Cacá, Mayuri, Camila, Márcia e Luciana pelas orações, pela sincera amizade, pela companhia de quintas-feiras e pelo apoio.

Aos mestrandos e doutorandos do Programa de Pós Graduação de Ciência de Alimentos: Suelen, Márcia Chaves, Marcos, Andreia, Dalany, Ana Cláudia, Rúbia, Ana Paula da Silva, Ana Paula Andretto, Sheisa, Aloisio, Carolina Kato, Carol, Andrea, Katieli, Mirian, Izabella, Lilian, Roberta e Nestor pelo convívio e pela amizade criada durante o mestrado.

Foram muitos que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho, seja de forma mais efetiva ou mesmo por uma palavra, opinião, gesto, apoio emocional ou torcida. A todos eu peço muito obrigada!

*“Porque melhor é a sabedoria do que jóias, e de tudo o que se
deseja nada se pode comparar com ela.”*

Provérbios, 8:11

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
GENERAL ABSTRACT	11
RESUMO GERAL	12
ARTIGO CIENTÍFICO	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	21
COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA	21
REFERÊNCIAS.....	21
ANEXOS	32

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado está apresentada na forma de um artigo científico.

Influência da dieta enriquecida com semente de perila sobre a composição em ácidos graxos ômega-3 do tecido muscular de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Hevelyse Munise Celestino dos Santos; Márcia Fernandes Nishiyama; Elton Guntendorfer Bonafe; Wilson Massamitu Furuya; Carlos Antonio Lopes de Oliveira; Makoto Matsushita; Jesui Vergilio Visentainer; Ricardo Pereira Ribeiro

(O artigo será submetido para Revista Aquaculture Nutrition)

GENERAL ABSTRACT

INTRODUCTION: The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is a fish of great current interest in fish farming, and the second group of freshwater fish cultivated over the world, behind only the carp. Freshwater fish such as Nile tilapia normally present low concentrations of n-3 VLC-PUFA content, including compared with sea fish. This aspect is related mainly the different food between the species and physiological changes. In freshwater fish, linoleic acid (LA, 18:2n-6) and alpha-linolenic acid (LNA, 18:3n-3) are metabolized by the same sequential desaturation and elongation enzyme systems, which results in the production of long-chain PUFA n-3 and n-6 series. *Perilla frutescens* is a plant that belongs to the Lamiaceae family native to Asia, whose seeds are a traditional source of oils produced in Korea, India, China, and other Asian countries. Its oil has the highest proportion of alpha-linolenic acid (LNA) among the vegetable, representing approximately 60% of its total fatty acid content. Thus, supplementation of perilla seed in the diet of tilapia becomes an alternative to improve the concentration of n-3 PUFA in muscle tissue.

AIMS: This study evaluated the effect of dietary supplementation of perilla Nile tilapia on the fatty acid composition of muscle tissue as a function of feeding time length.

MATERIAL AND METHODS:

Were used 400 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with initial live weight 245 ± 10.96 g, distributed in eight net cages. The tilapia received for 60 days a diet with perilla seed ground (5%) and one control, with soybean oil. At the beginning of the experiment and every 15 days were analyzed the composition of proximal muscle tissues of tilapia and quantification of fatty acids (mg / g total lipids) by gas chromatography.

RESULTS AND DISCUSSION: Among the experimental diets and during the feeding period, the values of total lipids in muscle tissue of tilapia did not differ ($p > 0.05$). The fatty acid composition of muscle tissue of tilapia was affected by diet. According to the quantitative analysis of fatty acids, were observed an increase in n-3 PUFA, especially the LNA during feeding with the diet supplemented with perilla, proving the influence of diet on the lipid composition of fish. The n-6/n-3 ratio during the period of feeding the diet with perilla has from 11.57 (0 days) to 3.04 within 60 days of experiment.

CONCLUSIONS: Through the inclusion of perilla seed in the diet of Nile tilapia, verified the incorporation of n-3 fatty acids and an improvement in n-3/n-6 ratio. Therefore, supplementation of perilla contributed to raising the nutritional quality of the total lipids of muscle tissue of Nile tilapia.

Key words: LNA alpha linolenic acid, omega-3, Nile tilapia, *Perilla frutescens*

RESUMO GERAL

INTRODUÇÃO: A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie de grande interesse na piscicultura atual, sendo o segundo grupo de peixes de água doce mais cultivado no mundo, ficando atrás somente das carpas. Peixes de água continental, como tilápia do Nilo normalmente apresentam baixas concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) da família n-3, em comparação com os peixes marinhos. Esse aspecto está relacionado, principalmente, a alimentação diferenciada entre as espécies e as modificações fisiológicas. Em peixes de água doce, ácido linoléico (LA, 18:2 n-6) e ácido alfa-linolênico (LNA, 18:3 n-3) são metabolizados pelos mesmos sistemas enzimáticos de dessaturação seqüencial e alongamento, o que resulta na produção de AGPI da série n-3 e n-6. *Perilla frutescens* é uma planta que pertence à família Lamiaceae nativa da Ásia, cujas sementes são uma fonte tradicional dos óleos produzidos na Coréia, Índia, China e outros países asiáticos. Seu óleo apresenta a maior proporção de ácido alfa-linolênico (LNA) entre os vegetais, representando aproximadamente 60% de seu índice total de ácidos graxos. Desse modo, a suplementação da semente de perila na dieta de tilápias torna-se uma alternativa para melhorar a concentração de AGPI n-3 no tecido muscular.

OBJETIVOS: Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de perila na dieta de tilápia do Nilo sobre a composição em ácidos graxos do tecido muscular em função do tempo de alimentação.

MATERIAL E METODOS: Foram utilizadas 400 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso médio inicial de $245 \pm 10,96g$, distribuídos em oito tanques-rede. As tilápias receberam por 60 dias uma dieta com semente de perila moída (5%) e outra controle, com óleo de soja. No início do experimento e a cada 15 dias foram analisadas a composição proximal dos tecidos musculares das tilápias e a quantificação de ácidos graxos (mg/g de lipídios totais), por cromatografia em fase gasosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Entre as dietas experimentais e durante o período de alimentação, os valores de lipídios totais no tecido muscular das tilápias não diferiram entre si ($p > 0,05$). A composição em ácidos graxos do tecido muscular de tilápias foi afetada pela dieta. De acordo com a análise quantitativa de ácidos graxos, foi possível verificar o aumento dos AGPI n-3, principalmente do LNA durante a alimentação com a dieta suplementada com perila, comprovando a influência da dieta sobre a composição lipídica dos peixes. A razão n-6/n-3 durante o período de alimentação com a dieta perila passou de 11,57 (0 dias) para 3,04 em 60 dias de experimento.

CONCLUSÕES: Através da inclusão da semente de perila na dieta de tilápias do Nilo, verificou-se a incorporação de ácidos graxos n-3 e uma melhora na relação n-3/n-6. Portanto, a suplementação de perila contribuiu para elevar a qualidade nutricional dos lipídios totais do tecido muscular de tilápia do Nilo.

Palavras chaves: ácido alfa linolênico LNA, ômega-3, tilápia do Nilo, *Perilla frutescens*.

ARTIGO CIENTÍFICO

Influência da dieta enriquecida com semente de perila sobre a composição em ácidos graxos ômega-3 do tecido muscular de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Influence of diet enriched with perilla seed on the omega-3 fatty acids composition in muscle tissue of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

**Hevelyse Munise Celestino dos Santos^I; Márcia Fernandes Nishiyama^I;
Elton Guntendorfer Bonafe^{II}; Wilson Massamitu Furuya^{III}; Carlos Antonio Lopes
de Oliveira^{IV}; Makoto Matsushita^{II}; Jesui Vergilio Visentainer^{II}; Ricardo Pereira
Ribeiro^{IV}**

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito da inclusão de semente de perila na dieta de tilápias do Nilo sobre a composição em ácidos graxos n-3. As tilápias foram cultivadas em tanques-rede por um período de 60 dias com dieta suplementada com perila e com óleo de soja (controle). Análise de composição proximal e quantificação de ácidos graxos (mg/g de lipídios totais) foram realizadas a cada 15 dias para verificar a composição nutricional e a incorporação de ácidos graxos n-3 no tecido muscular das tilápias. Nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) no conteúdo de lipídios totais foi encontrada entre os filés de tilápias alimentadas com as dietas. Houve o aumento gradativo dos ácidos graxos n-3 e uma melhora na relação n-3/n-

^I Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil

E-mail: lyse_munise@yahoo.com.br

^{II} Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil

^{III} Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR, Brasil

^{IV} Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil

6. Dessa forma, a suplementação de perila contribuiu para elevar a qualidade nutricional dos lipídios totais do tecido muscular de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: ácido alfa linolênico LNA, ômega-3, tilápia do Nilo, *Perilla frutescens*.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of inclusion of perilla seed in the diet of Nile tilapia on the composition of n-3 fatty acids. The Tilapias were grown in net cages for a period of 60 days with diet supplemented with perilla and soybean oil (control). Proximal composition analysis and quantification of fatty acids (mg/g total lipids) were performed every 15 days to check the nutritional composition and the incorporation of n-3 fatty acids in muscle tissue of tilapia. No significant differences ($P > 0.05$) total lipid content were found between fillets of tilapia fed diets. There was a gradual increase of n-3 fatty acids and an improvement in n-3/n-6 ratio. Thus the supplementation of perilla contributed to raising the nutritional quality of the total lipids of muscle tissue of Nile tilapia.

Key words: LNA alpha linolenic acid, omega-3, Nile tilapia, *Perilla frutescens*.

INTRODUÇÃO

A produção de pescados é um setor que cresce mais rapidamente do que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal. Em 2009, a produção mundial foi de 145,1 milhões de toneladas, sendo deste, 55,1 milhões de toneladas correspondentes a aquicultura (FAO, 2010). A tilápia do Nilo

(*Oreochromis niloticus*) é uma espécie de grande interesse na piscicultura atual, sendo o segundo grupo de peixes de água doce mais cultivado no mundo, ficando atrás somente das carpas (LOPERA-BARRERO et al., 2011). A preferência pela tilápia do Nilo é devido a características relevantes como rusticidade, crescimento rápido, excelente adaptação ao confinamento (HAYASHI et al., 1999), além de características muito apreciadas pelos consumidores como textura firme, sabor delicado e ausência de espinhas intramusculares em forma de “Y” (JORY et al., 2000).

Peixes de água continental, como tilápia do Nilo normalmente apresentam baixas concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) da família n-3, em comparação com os peixes marinhos (LUZIA et al., 2003). Esse aspecto está relacionado, principalmente, a alimentação diferenciada entre as espécies e as modificações fisiológicas (HENDERSON, 1996). Em peixes de água doce, ácido linoléico (LA, 18:2 n-6) e ácido alfa-linolênico (LNA, 18:3 n-3) são metabolizados pelos mesmos sistemas enzimáticos de dessaturação seqüencial e alongamento, o que resulta na produção de AGPI da série n-3 e n-6 (STUBHAUG et al., 2005).

O LNA é um AGPI da série n-3 precursor de importantes ácidos graxos de cadeia longa dessa série, como o ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e docosahexanóico (DHA, 22:6n-3), considerados fundamentais para a manutenção de um organismo saudável (MARTIN et al., 2005). Resultados de pesquisas vêm demonstrando que um aumento na ingestão de ácidos graxos n-3 reduz a taxa de colesterol do sangue (UAUY & VALENZUELA, 2000; SIMOPOULOS, 2004;), diminuem a incidência de doenças inflamatórias e coronarianas (HUNTER & ROBERTS, 2000; LEE & LIP, 2003), psoríase, artrite, e câncer (SIMOPOULOS, 2004), e diabetes (CONNOR et al., 1999).

Perilla frutescens é uma planta que pertence à família Lamiaceae nativa da Ásia (PEIRETTI et al., 2010) cujas sementes são uma fonte tradicional dos óleos produzidos na Coréia, Índia, China e outros países asiáticos (ADHIKARI et al., 2006). É amplamente utilizada nos países asiáticos para cozinhar e como medicina tradicional, mas permanece em grande parte desconhecida nas sociedades ocidentais (KUROWSKA et al., 2003). Fonte potencial de alimento, rico em lipídio de boa qualidade (52%) e proteínas (17%), que poderiam ser utilizados na alimentação humana e animal (LONGVAH & DEOSTHALE, 1998; PEIRETTI et al., 2010). Seu óleo apresenta a maior proporção de ácido alfa-linolênico (LNA) entre os vegetais, representando aproximadamente 60% de seu índice total de ácidos graxos (LONGVAH & DEOSTHALE, 1998). Desse modo, a suplementação da semente de perila na dieta de tilápias torna-se uma alternativa para melhorar a concentração de AGPI n-3 no tecido muscular. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de perila na dieta de tilápia do Nilo sobre a composição em ácidos graxos do tecido muscular em função do tempo de alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Rio do Corvo, no município de Diamante do Norte – PR (22°39'S; 052°46'W), por um período de 60 dias. Foram utilizados 400 tilápias (*Oreochromis niloticus*) com peso vivo médio inicial de $245 \pm 10,96$ g, distribuídos em oito tanques-rede com volume unitário de $1,2 \text{ m}^3$ (1,0 x 1,0 x 1,2 m de altura), em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e quatro repetições, tomando cada tanque como uma unidade experimental.

Foi elaborada uma dieta com semente de perila moída (5%) e outra controle, com óleo de soja (Tabela 1). As rações experimentais foram isocalóricas e

isoprotéicas de acordo com as exigências nutricionais da espécie (NRC, 1993). O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 9h e 15h, em proporção equivalente a 3% do peso vivo.

Foram coletados três indivíduos por unidade experimental iniciando-se no tempo zero (antes do início dos tratamentos) e a cada 15 dias até o período de 60 dias. A cada coleta os peixes foram abatidos, eviscerados, filetados, acondicionados em sacos plásticos de polietileno e armazenados a -18°C para posteriores análises. No início de cada análise, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e homogeneizadas.

As análises de umidade, cinzas e proteína bruta das rações e do tecido muscular das tilápias foram realizadas conforme técnicas de CUNNIF (1998); lipídios totais foram extraídos pelo método de BLIGH & DYER (1959). Todas as análises foram realizadas em triplicatas. Ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) dos lipídios totais das rações e do tecido muscular de tilápia foram preparados conforme método de HARTMAN & LAGO (1972), adaptado por MAIA & RODRIGUEZ-AMAYA (1993). EMAG foram separados em cromatógrafo a gás Thermo®, modelo Trace Ultra 3300, equipado com um detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420 (Select FAME, 100 m x 0,25 mm d.i x 0,25 µm de cianopropil). A taxa do fluxo dos gases usados foram 1,2 mL.min⁻¹ de H₂ como gás de arraste, 30 mL.min⁻¹ de para o gás auxiliar (*make up*) N₂ e 35 e 300 mL.min⁻¹, para os gases da chama H₂ e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão da amostra injetado foi 1:80, sendo as temperaturas do injetor e detector de 220°C e 230 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 185°C por 8 minutos, sendo então elevada a 235°C com taxa de 4° C.min⁻¹, mantida por 7,5 minutos. O volume injetado foi de aproximadamente 2,0 µL, sendo as injeções

realizadas em triplicatas. As porcentagens foram determinadas através da integração das áreas dos picos pelo *Software Chromquest* versão 5.0.

Os EMAG foram identificados através da comparação dos tempos de retenção, com os padrões da Sigma[®] (EUA). Para a quantificação dos ácidos graxos contidos no tecido muscular das tilápias e nas rações, foi utilizado o tricosanoato de metila (23:0, Sigma[®], USA), como padrão interno (JOSEPH & ACKMAN, 1992). Conforme VISENTAINER & FRANCO (2006), foram utilizados os fatores de correção do detector de ionização de chama e conversão dos EMAG em ácidos graxos individuais e sua concentração expresso em mg.g⁻¹ de lipídios totais.

Os resultados da composição proximal foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e pelo Teste de Tukey. Os dados de ácidos graxos foram analisados em função do período de alimentação pelo procedimento PROC GLM por meio da análise de regressão linear do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas experimentais perila e controle (Tabela 2) apresentaram composição em ácidos graxos distintos, principalmente com relação ao ácido graxo LNA, que para a ração suplementada com perila obteve o valor de 206,02 mg.g⁻¹ de lipídios totais, contribuindo para o balanceamento da razão n-6/n-3, que foi de 1,44 contra 11,40 da dieta controle. Para a dieta controle, o ácido graxo majoritário foi o LA, devido à utilização de óleo de soja como fonte lipídica. De acordo com Moreira et al. (2001) a composição em ácidos graxos dos alimentos comerciais utilizados no tratamento das espécies cultivadas no Brasil, de modo geral, apresenta baixos valores de LNA (3,3%) e um valor elevado de LA 18: 2n 6 (38,8%). Nas dietas foram

encontrados traços de ácidos graxos EPA e DHA, isso se deve à utilização de farinha de peixe na formulação das rações.

Entre os tratamentos perila e controle, todos os parâmetros da composição proximal não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) para os tempos avaliados (Tabela 3). Durante o período de alimentação, os valores de lipídios totais no tecido muscular das tilápias não diferiram entre si ($p>0,05$). Já para cinzas, os teores apresentaram variações ao longo do tratamento com as dietas ($p<0,05$). Os resultados médios de umidade foram inferiores aos encontrados por SIMÕES et al. (2007) e VISENTAINER et al. (2005) de 77,13% e 77,91%, respectivamente. De acordo com OGAWA & MAIA (1999), o músculo do pescado pode apresentar teores de 60 a 85% de umidade. Para proteína bruta, IZQUIERDO et al. (2000) obtiveram resultado semelhante de 23,34%. Os percentuais de cinzas e lipídios totais encontrados neste estudo foram de acordo com os obtidos por SOUZA et al. (2004), de 1,04% e 2,55%, respectivamente. Estes valores também estão próximos aos obtidos por SIMÕES et al. (2007), que encontraram para tilápia valores médios de 1,09% de cinza e 2,60% de lipídios totais.

A composição em ácidos graxos do tecido muscular de tilápias foi afetada pela dieta. De acordo com a análise quantitativa de ácidos graxos (Tabela 4), foi possível verificar o aumento dos AGPI n-3, principalmente do LNA ao longo do período de alimentação com a dieta suplementada com perila, comprovando a influência da dieta sobre a composição lipídica dos peixes. Foram identificados 35 diferentes ácidos graxos nos lipídios totais dos tecidos musculares das tilápias alimentadas com dieta perila e controle. A concentração de LNA no tecido muscular de tilápias da dieta perila aumentou durante o tempo de tratamento. Comparando a concentração de LNA obtida no início (0 dias) e no término (60 dias) do experimento,

pode-se verificar um aumento significativo, de 7,51 para 36,03 mg.g⁻¹. Outras pesquisas sobre a alimentação de tilápias do Nilo com fonte de ácidos graxos n-3 de origem vegetal obtiveram resultados satisfatórios para a incorporação n-3 no tecido muscular (JUSTI et al., 2003, VISENTAINER et al., 2005, MATSHUSITA et al., 2006). TONIAL et al. (2009) avaliando a inclusão de ácidos graxos n-3 em tilápias adultas através da alimentação com óleo de linhaça por um período de 90 dias, verificou um aumento de LNA no tecido muscular até 45 dias, permanecendo este valor constante até o término do estudo.

Analisando a evolução da concentração de ácidos graxos nos tecidos musculares de tilápias em função do tempo de fornecimento das dietas perila e controle (Figura 1), pode-se verificar o aumento contínuo dos níveis de LNA na dieta perila até o final do tratamento. Este comportamento está diretamente relacionado com o aumento dos ácidos graxos n-3 EPA, DHA e 20:4n-3, uma vez que o LNA é o precursor da família n-3.

A concentração do ácido araquidônico (AA, 20:4n-6), ácido graxo proveniente da biossíntese da série n-6 (TOCHER, 2003), apresentou um aumento até 38 dias de tratamento com a dieta perila, apresentando diminuição após este período. Como as enzimas envolvidas são comuns na via da elongação e dessaturação (TOCHER, 2003) dos ácidos LNA e LA e devido ao aumento nas concentrações de n-3, houve, portanto, um efeito competitivo em que um excesso de LNA poderia interferir com a conversão de 18:2n-6 a AA (ACKMAN, 1996), inibindo o metabolismo da série n-6 (HORROBIN, 1991). Resultado semelhante foi observado por TONIAL et al. (2009) em tilápias alimentadas com óleo de linhaça.

A razão n-6/n-3 durante o período de alimentação com a dieta perila passou de 11,57 (0 dias) para 3,04 em 60 dias de experimento. A razão AGPI/AGS ficou em

torno de 0,67. O *Department of Health* (1994) da Inglaterra recomenda o valor 4,0 como máximo para a razão n-6/n-3 e superior a 0,45 para AGPI/AGS. Portanto, pode-se verificar que as tilápias da dieta perila atenderam as exigências recomendadas para um alimento saudável.

CONCLUSÃO

Através da inclusão da semente de perila na dieta de tilápias do Nilo, verificou-se a incorporação de ácidos graxos n-3 e uma melhora na relação n-3/n-6. Portanto, a suplementação de perila contribuiu para elevar a qualidade nutricional dos lipídios totais do tecido muscular de tilápia do Nilo.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Estadual de Maringá sob protocolo nº 011/2011, parecer nº 036/2011 (Anexo 1).

REFERÊNCIAS

- ACKMAN, R. G. Fatty acid analysis of freshwater fish lipids. **Journal of American oil Chemists Society**, v. 73, p. 537–538, 1996.
- ADHIKARI, P. et al. Policosanol content and composition in perilla seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.54, p. 5359–5362, 2006.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

CONNOR, W.E. et al. The hypotriglyceridemic effect of fish oil in adult-onset diabetes without adverse glucose control. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 683, p. 337-340, 1993.

CUNNIFF, P.A. (Ed.). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition. Arlington: Assoc. Off. Anal. Chem., 1998. CD-Rom.

DEPARTMENT OF HEALTH. Report on Health and Social Subjects n° 46. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. HMSO, London, 1994, 178p.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010**. Rome: Electronic Publishing Policy and Support Branch, 2010. 218 p.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p. 474-476, 1973.

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

HENDERSON, R. J. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. **Archives of Animal Nutrition**, v. 49, p. 5-22, 1996

HORROBIN, D.F. Interactions between n-3 and n-6 essential fatty acids (EFAs) in the regulation of cardiovascular disorders and inflammation. **Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids**, v. 44, n. 2, p. 127-31, 1991.

HUNTER B. J. & ROBERTS, D. C. K. Potencial impact of the fat composition of farmed fish on human health. **Nutrition Research**, v. 20, n. 7, p. 1047-1058, 2000.

IZQUIERDO, P. C. et al. Análisis próximas, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importância

comercial en Venezuela. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, p. 187-194, 2000.

JORY, D.E. et al. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norte América. **Panorama Acuicola**, v.5, n.5, p.50-53, 2000.

JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, p. 488-506, 1992.

JUSTI, K. C. et al. The influence of feed supplement 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.

KUROWSKA, E.M. et al. Bioavailability of omega-3 essential fatty acids from perilla seed oil, **Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids**, n. 68, p. 207–212, 2003.

LEE, K. W. & LIP, G. Y. H. The role of omega-3 fatty acid in the secondary prevention of cardiovascular disease. **Quarterly Journal of Medicine**, v. 96, n. 3, p. 465-480, 2003.

LONGVAH, T., DEOSTHALE, Y.G. Effect of dehulling, cooking and roasting on the protein quality of *Perilla frutescens* seed. **Food Chemistry**, v. 63, p. 519-523, 1998.

LOPERA-BARRERO, N. M. et al. **Produção de organismos aquáticos: uma visão no Brasil e no mundo**. Guaíba, RS: Agrolivros, 2011. 320 p.

LUZIA, L.A. et al. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v. 83, p. 93–97, 2003.

MAIA, E. L., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, p. 27-35, 1993.

MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MATSUSHITA, M. et al. Influence of diets enriched with different vegetable oils on the performance and fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Acta Scientiarum Technology**, v. 28, n.2, p. 125-131, 2006.

MOREIRA, A.B.et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian brycon freshwater fishes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p. 565–574, 2001.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 114p. 1993.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. v. 1, p. 27-71.

PEIRETTI, P. G. et al. Apparent digestibility of compound diets with increasing levels of perilla (*Perilla frutescens* L.) seeds in rabbit. **Italian Journal of Animal Science**. v.9 n. 81, 2010.

SAS Institute. User's guide 8.0. SAS Institute. Cary, NC; 2000.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Reviews International**v. 20, n. 1, p. 77-90, 2004.

SIMÕES, M. R. et al. 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.

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

TONIAL, I. B. et al. Optimization of flaxseed oil feeding time and length in adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a function of muscle omega 3 fatty acids composition. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, n. 6, p. 564-568, 2008.

UAUY, R. & VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, v. 16, n. 7, p. 680-684, 2000.

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M.R.B. **Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006. 120p.

VISENTAINER, J.V. et al. Influence of diets enriched with flaxseed oil on the a-linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 557-560, 2005.

Tabela 1: Composição das dietas experimentais.

Composição	Perila	Controle
Milho	42,03	37,39
Farelo de Soja	39,00	32,08
Farinha de peixe	12,00	14,00
Farelo de trigo	0,00	8,00
Farinha de arroz	0,00	5,00
Semente de perila	5,00	0,00
Óleo de soja	0,00	1,90
Fosfato bicálcico	0,55	0,22
Sal	0,50	0,50
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50
Lisina	0,10	0,06
Ácido propiônico	0,10	0,10
Vitamina C	0,08	0,08
Metionina	0,05	0,06
Treonina	0,05	0,07
Triptofano	0,02	0,02
BHT ²	0,02	0,02
Total	100,00	100,00
Composição proximal (%)³		
Matéria seca	89,52±0,02	89,55±0,03
Carboidratos ⁴	44,32±0,27	47,30±0,65
Proteína Bruta	31,33±0,19	30,13±0,47
Cinzas	7,54±0,04	6,11±0,07
Lipídios Totais	6,32±0,07	6,01±0,21

¹Níveis 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; Niacina; Ferro: 200 mg; Cobre: 35 mg; Manganês: 100 mg; Zinco: 240 mg; Iodo: 1,6 mg; Cobalto: 0,8 mg.

²Butil Hidroxi-Tolueno

³Médias de três repetições ± desvio padrão das análises realizadas nas rações

⁴Valor calculado por diferença

Tabela 2: Composição em ácidos graxos ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) dos lipídios totais das dietas experimentais.

Ácidos graxos	Perila	Controle
14:0	5,55+0,00	7,60+0,11
14:1n-9	0,24+0,01	0,36+0,06
14:1n-7	0,67+0,01	0,90+0,05
15:0	0,27+0,01	0,37+0,01
16:0	127,60+0,30	150,56+2,11
16:1n-9	1,42+0,01	1,81+0,10
16:1n-7	10,40+0,03	14,08+0,11
16:1n-5	0,75+0,03	0,35+0,09
17:0	1,18+0,05	1,57+0,04
17:1n-11	0,15+0,02	0,17+0,04
17:1n-9	0,67+0,00	0,93+0,01
17:1n-7	0,15+0,04	0,23+0,02
18:0	27,78+0,35	34,30+2,16
18:1n-11	1,47+0,03	1,99+0,05
18:1n-9	211,63+0,04	260,48+0,94
18:1n-7	12,17+0,07	14,49+0,36
18:1n-5	1,14+0,05	1,98+0,00
18:2n-6 (LA)	291,20+0,17	377,65+2,56
18:3n-6	1,22+0,33	2,07+0,04
18:3n-3 (LNA)	206,02+0,30	31,62+0,05
20:0	2,16+0,49	3,22+0,03
20:1n-9	3,54+0,01	4,60+0,12
20:1n-7	0,12+0,01	0,11+0,05
21:0	1,29+0,01	1,70+0,04
20:2n-6	0,37+0,01	0,53+0,00
20:3n-6	1,07+0,03	1,57+0,02
20:4n-6 (AA)	2,18+0,01	3,12+0,06
20:4n-3	0,26+0,01	0,23+0,03
22:0	1,25+0,00	2,41+0,01
20:5n-3 (EPA)	0,32+0,01	0,48+0,02
22:4n-6	1,05+0,01	1,51+0,01
22:5n-6	0,99+0,01	1,33+0,02
24:0	1,21+0,05	1,83+0,02
24:1n-9	0,54+0,01	0,81+0,02
22:6n-3 (DHA)	1,06+0,01	1,70+0,04
Somatórios		
AGS	168,28+0,61	203,56+2,16
AGMI	245,07+0,11	303,29+0,44
AGPI	505,73+0,48	421,80+2,56
N-6	298,08+0,37	387,78+2,56
N-3	207,65+0,30	34,02+0,08
N-6/N-3	1,44+0,97	11,40+0,94
AGPI/AGS	3,01+0,00	2,07+0,02

AGS:ácido graxos saturados; AGMI: ácido graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poli-insaturados (insaturação ≥ 2); n-6: ácidos graxos ômega-6; n-3: ácidos graxos ômega-3; AGPI/AGS: razões entre ácidos graxos poli-insaturados/ saturados; n-6/n-3: razões entre ácidos graxos ômega-6/ômega-3.

Tabela 3: Composição proximal (%) do tecido muscular de tilápias alimentadas com as dietas perila e controle para diferentes tempos.

Composição ¹	Tratamento	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Umidade	Perila	76,17±0,46 ^{Aa}	74,27±0,99 ^{Aa}	74,88±0,81 ^{Aa}	74,17±0,82 ^{Aa}	73,12±0,99 ^{Aa}
	Controle	76,17±0,46 ^{Aa}	74,35±0,67 ^{Ab}	74,61±0,09 ^{Ab}	72,34±0,82 ^{Ac}	74,26±1,09 ^{Ab}
Cinzas	Perila	1,04±0,01 ^{Abc}	1,29±0,03 ^{Aa}	1,17±0,07 ^{Aab}	1,03±0,11 ^{Abc}	0,98±0,03 ^{Ac}
	Controle	1,04±0,01 ^{Ac}	1,26±0,03 ^{Aa}	1,14±0,07 ^{Ab}	1,00±0,02 ^{Ac}	1,00±0,06 ^{Ac}
Lipídios Totais	Perila	2,53±0,23 ^{Aa}	3,03±0,45 ^{Aa}	2,78±0,79 ^{Aa}	2,47±0,43 ^{Aa}	3,43±0,59 ^{Aa}
	Controle	2,53±0,23 ^{Aa}	3,12±0,70 ^{Aa}	2,80±0,35 ^{Aa}	3,55±0,75 ^{Aa}	2,96±0,43 ^{Aa}
Proteína Bruta	Perila	20,22±0,77 ^{Aa}	20,59±0,31 ^{Aa}	21,72±1,54 ^{Aa}	21,44±1,09 ^{Aa}	21,54±0,92 ^{Aa}
	Controle	20,22±0,77 ^{Ab}	20,59±0,37 ^{Ab}	21,11±0,16 ^{Aab}	22,60±0,83 ^{Aa}	20,67±1,12 ^{Ab}

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna para cada tempo (diferença entre os tratamentos) e minúscula na linha para cada parâmetro (diferença entre os tempos) não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 4: Composição em ácidos graxos (mg.g^{-1}) dos lipídios totais do tecido muscular de tilápias alimentadas com dieta perila para os diferentes tempos.

	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	R ²
14:0	23,14±0,02	22,93±0,38	25,58±0,05	23,08±0,85	24,92±1,61	0,30
14:1n-9	1,11±0,09	1,25±0,05	1,40±0,20	0,72±0,00	1,19±0,13	NS
14:1n-7	1,30±0,03	1,18±0,02	1,11±0,02	1,01±0,02	1,04±0,07	0,90
15:0	3,62±0,43	3,37±0,18	4,06±0,14	3,92±0,24	2,28±0,31	0,85
16:0	256,32±0,03	247,79±0,54	247,98±1,38	240,45±0,44	242,88±1,56	0,80
16:1n-9	5,13±0,16	5,39±0,12	5,17±0,09	5,53±0,16	5,57±0,15	0,34
16:1n-7	45,37±0,27	48,98±0,05	46,41±1,95	46,00±0,68	44,40±1,69	0,51
16:1n-5	1,17±0,02	1,05±0,03	0,53±0,07	1,01±0,05	0,99±0,05	0,03
17:0	2,54±0,03	2,08±0,04	2,01±0,07	2,02±0,01	2,09±0,23	0,65
17:1n-11	0,80±0,17	0,76±0,06	1,34±0,12	1,20±0,09	1,11±0,16	0,65
17:1n-9	1,61±0,13	1,22±0,04	1,07±0,01	1,07±0,05	1,13±0,06	0,70
17:1n-7	1,73±0,17	1,69±0,26	2,12±0,05	2,80±0,03	1,89±0,17	0,82
18:0	66,38±0,24	66,09±0,83	66,22±0,76	62,07±0,56	60,83±0,17	0,79
18:1n-11	5,30±0,20	5,51±0,02	4,93±0,05	4,82±0,13	4,95±0,28	0,49
18:1n-9	304,57±0,61	304,41±0,13	300,03±2,00	286,66±1,38	300,84±1,73	0,73
18:1n-7	22,59±0,73	24,44±0,73	24,89±0,53	25,98±0,46	26,86±0,57	0,64
18:1n-5	3,64±0,01	4,02±0,10	3,36±0,16	3,72±0,26	3,61±0,20	NS
18:2n-6 (LA)	130,88±1,73	130,54±0,25	126,69±0,39	129,71±1,59	122,60±0,32	0,49
18:3n-6	7,11±0,18	7,01±0,21	6,20±0,16	6,19±0,11	6,65±0,36	0,64
18:3n-3 (LNA)	7,51±0,16	15,64±0,37	24,83±0,35	32,42±1,33	36,03±0,98	0,99
20:0	2,96±0,12	2,29±0,30	2,56±0,06	1,80±0,41	2,21±0,05	0,67
20:1n-9	12,04±0,55	12,64±0,57	11,95±0,19	12,66±0,42	13,90±0,69	0,67
20:1n-7	0,30±0,06	0,38±0,06	0,35±0,07	0,42±0,01	0,47±0,03	0,68
21:0	6,84±0,34	6,30±0,23	6,00±0,18	6,46±0,37	6,31±0,27	NS
20:2n-6	2,04±0,04	2,27±0,20	2,36±0,10	2,50±0,46	2,64±0,05	0,60
20:3n-6	9,55±0,24	8,30±0,29	8,57±0,07	8,57±0,46	8,18±0,71	NS
20:4n-6 (AA)	15,44±0,43	13,14±0,26	16,66±0,84	17,06±0,33	13,47±1,17	0,31
20:4n-3	0,84±0,04	1,33±0,16	2,19±0,16	3,12±0,31	3,66±0,21	0,95
22:0	0,31±0,03	0,43±0,07	0,72±0,02	0,91±0,03	1,10±0,05	0,99
20:5n-3 (EPA)	0,51±0,06	0,35±0,09	0,49±0,09	0,89±0,04	0,94±0,04	0,89
22:4n-6	7,72±0,56	8,02±0,30	8,34±0,23	7,42±0,37	6,92±0,51	NS
22:5n-6	13,24±0,15	13,23±0,88	13,12±0,50	14,87±0,05	12,00±1,37	0,54
24:0	0,22±0,01	0,39±0,05	0,52±0,00	0,71±0,09	0,83±0,09	0,94
24:1n-9	2,08±0,16	3,11±0,06	3,87±0,38	4,55±0,28	4,87±0,58	0,81
22:6n-3 (DHA)	7,24±0,90	9,64±0,32	15,69±1,45	15,50±0,78	16,06±0,04	0,92
Somatórios						
AGS	362,32±0,44	351,70±1,00	355,65±0,81	341,42±1,16	343,45±1,73	0,92
AGMI	408,74±1,03	416,04±0,99	408,54±2,10	398,16±1,04	412,81±2,09	0,65
AGPI	202,08±2,11	209,48±1,20	225,14±1,86	238,26±2,39	229,17±2,30	0,95
N-6	185,98±1,90	182,51±1,08	181,94±1,10	186,33±1,79	172,48±2,06	0,52
N-3	16,10±0,91	26,97±0,52	43,20±1,50	51,93±1,58	56,69±1,01	0,99
N-6/N-3	11,57±0,05	6,77±0,78	4,22±0,03	3,59±0,03	3,04±0,02	0,88
AGPI/AGS	0,56±0,01	0,60±0,01	0,63±0,01	0,70±0,01	0,67±0,01	0,97

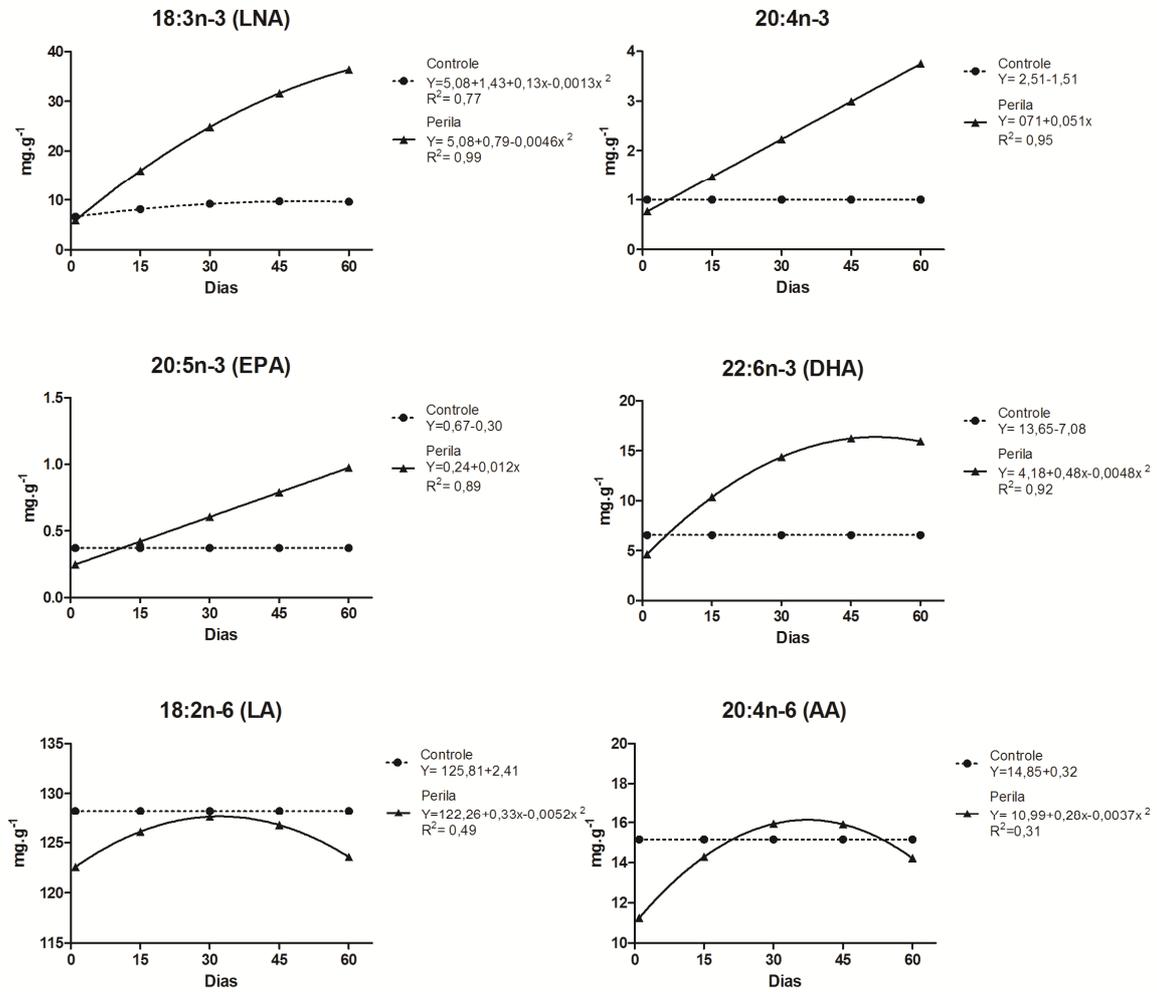
NS: não significativo. AGS:ácido graxos saturados; AGMI: ácido graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poli-insaturados (insaturação ≥ 2); n-6: ácidos graxos ômega-6; n-3: ácidos graxos ômega-3; AGPI/AGS: razões entre ácidos graxos poli-insaturados/ saturados; n-6/n-3: razões entre ácidos graxos ômega-6/ômega-3.

Tabela 5: Composição em ácidos graxos (mg.g^{-1}) dos lipídios totais do tecido muscular de tilápias alimentadas com dieta controle para os diferentes tempos.

	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	R ²
14:0	23,14+0,02	21,29+0,81	24,46+0,62	21,41+0,52	21,61+0,83	0,33
14:1n-9	1,11+0,09	1,10+0,07	1,20+0,12	0,63+0,03	1,11+0,09	NS
14:1n-7	1,30+0,03	1,23+0,02	1,10+0,07	1,04+0,04	1,03+0,06	0,85
15:0	3,62+0,43	3,66+0,31	3,30+0,30	1,68+0,07	1,75+0,14	0,67
16:0	256,32+0,03	248,39+0,45	250,38+1,18	249,34+0,44	243,33+1,72	0,49
16:1n-9	5,13+0,16	5,33+0,22	5,75+0,19	5,84+0,24	5,75+0,20	0,57
16:1n-7	45,37+0,27	47,24+0,95	46,80+2,28	48,69+0,37	46,25+1,13	0,34
16:1n-5	1,17+0,02	0,43+0,02	1,10+0,04	1,02+0,06	0,96+0,02	0,34
17:0	2,54+0,03	2,25+0,05	2,26+0,06	1,87+0,06	1,92+0,18	0,73
17:1n-11	0,80+0,17	1,06+0,13	0,94+0,07	1,01+0,03	1,11+0,06	0,87
17:1n-9	1,61+0,13	1,26+0,03	1,13+0,10	1,09+0,07	1,11+0,03	0,81
17:1n-7	1,73+0,17	1,87+0,09	1,40+0,23	1,98+0,20	2,08+0,26	0,38
18:0	66,38+0,24	66,24+0,08	63,02+0,21	61,96+0,71	62,78+0,93	0,39
18:1n-11	5,30+0,20	5,34+0,18	5,21+0,05	5,32+0,25	5,27+0,15	NS
18:1n-9	304,57+0,61	303,84+0,26	293,04+2,20	298,39+1,35	296,82+0,07	0,23
18:1n-7	22,59+0,73	24,67+0,18	25,93+0,27	26,53+0,53	26,00+0,55	0,67
18:1n-5	3,64+0,01	3,74+0,19	3,64+0,20	3,93+0,48	3,82+0,19	NS
18:2n-6 (LA)	130,88+1,73	136,64+0,06	128,81+0,44	126,89+0,15	129,34+0,24	NS
18:3n-6	7,11+0,18	6,99+0,40	6,68+0,25	6,92+0,64	6,97+0,52	NS
18:3n-3 (LNA)	7,51+0,16	7,99+0,33	10,49+0,23	10,78+0,85	10,10+0,27	0,77
20:0	2,96+0,12	2,62+0,04	2,46+0,04	1,70+0,45	1,49+0,32	0,92
20:1n-9	12,04+0,55	12,41+0,38	13,95+0,56	14,15+0,83	15,01+0,10	0,54
20:1n-7	0,30+0,06	0,40+0,01	0,46+0,03	0,47+0,03	0,48+0,04	0,75
21:0	6,84+0,34	7,10+0,20	6,84+0,11	6,81+0,77	7,18+0,47	NS
20:2n-6	2,04+0,04	2,33+0,20	2,51+0,17	2,84+0,32	2,71+0,26	0,66
20:3n-6	9,55+0,24	9,63+0,27	8,81+0,75	8,97+0,53	9,31+0,23	NS
20:4n-6 (AA)	15,44+0,43	16,13+0,81	13,13+0,81	15,12+0,73	16,28+1,09	NS
20:4n-3	0,84+0,04	0,94+0,08	0,92+0,06	0,93+0,02	0,98+0,01	NS
22:0	0,31+0,03	0,36+0,03	0,38+0,10	0,33+0,01	0,32+0,02	0,27
20:5n-3 (EPA)	0,51+0,06	0,48+0,08	0,58+0,05	0,38+0,02	0,34+0,04	NS
22:4n-6	7,72+0,56	9,63+0,07	8,18+0,14	8,87+0,78	9,57+0,29	NS
22:5n-6	13,24+0,15	14,96+0,23	12,92+0,30	16,25+1,17	18,17+0,52	0,56
24:0	0,22+0,01	0,40+0,02	0,29+0,02	0,32+0,05	0,35+0,03	NS
24:1n-9	2,08+0,16	2,41+0,14	1,66+0,09	1,90+0,14	1,96+0,10	NS
22:6n-3 (DHA)	7,24+0,90	6,91+0,75	6,70+0,47	7,82+0,28	8,13+0,44	NS
Somatórios						
AGS	362,32+0,44	352,32+0,86	353,39+0,76	345,42+1,26	340,73+1,40	0,78
AGMI	408,74+1,03	412,33+1,10	403,31+2,40	411,98+1,26	408,76+1,33	0,07
AGPI	202,08+2,11	212,64+1,29	199,71+1,37	205,78+2,03	211,91+1,50	0,82
N-6	185,98+1,90	196,32+1,00	181,03+1,27	185,87+1,82	192,35+1,41	0,81
N-3	16,10+0,91	16,32+0,83	18,68+0,53	19,91+0,90	19,55+0,52	NS
N-6/N-3	11,57+0,05	12,06+0,06	9,69+0,02	9,35+0,06	9,84+0,02	0,50
AGPI/AGS	0,56+0,01	0,60+0,01	0,57+0,01	0,60+0,02	0,62+0,01	0,84

NS: não significativo. AGS:ácido graxos saturados; AGMI: ácido graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poli-insaturados (insaturação ≥ 2); n-6: ácidos graxos ômega-6; n-3: ácidos graxos ômega-3; AGPI/AGS: razões entre ácidos graxos poli-insaturados/ saturados; n-6/n-3: razões entre ácidos graxos ômega-6/ômega-3.

Figura 1: Comportamento da concentração dos ácidos graxos em função do tempo para LNA, EPA, DHA, 20:4n-3, LA e AA do tecido muscular de tilápia alimentadas com dieta perila e controle.



ANEXOS

Anexo 1: Parecer do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais Experimentais para a realização da pesquisa com tilápias do Nilo.



Universidade Estadual de Maringá
 Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
 Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação



Parecer emitido após reunião realizada em: 7/6/2011 Parecer nº 036/2011

Pesquisador: Ricardo Pereira Ribeiro Setor: DZO

Título: Protocolo nº 011/2011

Análise e comparação da composição química e perfil de ácidos graxos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) após adição de farelo integral de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e perila (*Perilla frutescens*) na ração.

Entrada: 5/4/2011 Início: 1/8/2011 Término: 30/11/2011

Situação do Projeto: **Aprovado**

Relatório Final:

ATENÇÃO: este parecer, quando a situação do projeto constar "aprovado", autoriza os proponentes a executarem o protocolo em questão. O certificado será emitido após apreciação e aprovação do relatório final.

Considerações e Parecer:

O projeto consiste na análise e comparação da composição química de tilápias do Nilo e perfil de ácidos graxos após serem tratadas com ração enriquecida com farelo de linhaça e perila.

Na primeira oportunidade que este projeto foi apreciado por este comitê (03/05/11) foram apontadas e sugeridas modificações para o procedimento de eutanásia dos animais do experimento. O projeto foi reencaminhado pelo proponente que aceitou as modificações necessárias (conforme fl. 34) justificando o método de eutanásia que será efetuado com as referências bibliográficas pertinentes, conforme solicitado.

Face ao que foi exposto, este comitê entende que os questionamentos foram respondidos de modo satisfatório e considera o projeto em tela APROVADO.



Prof. Dr. GENTE, PABLO DE MORAES
 Presidente do comitê de CEAE

Artigo 10 da Resolução nº 032/2006-GEF: Os projetos analisados serão enquadrados em uma das seguintes categorias:
 I - aprovado;
 II - pendente, quando o CEAE considerar o protocolo e o projeto como aceitáveis, porém com problemas no protocolo, no projeto ou em ambos, e houver recomendação de uma revisão específica, ou solicitação de modificação ou informação relevante, que deverá ser atendida em até 60 dias, após o recebimento da comunicação, pelo coordenador