



DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES E ENERGIA DA RAÇÃO OBTIDA POR DIFERENTES LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO, *Oreochromis niloticus*

Nutrients and energy apparent digestibility of ratio by different Nile tilapia strains, Oreochromis niloticus

Leonardo Tachibana^[a], Giovani Sampaio Gonçalves^[b], Dario Rocha Falcon^[c],
Newton Castagnolli^[d], Luiz Edivaldo Pezzato^[e]

^[a] Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Pólo Vale do Ribeira, Registro, SP - Brasil, e-mail: leotachibana@apta.sp.gov.br

^[b] Zootecnista, Doutor, Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Instituto de Pesca, Pólo Vale do Ribeira, Registro, SP - Brasil, e-mail: gsgoncalves@pesca.sp.gov.br

^[c] Zootecnista, Doutor, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE - Brasil, e-mail: dario_falcon@yahoo.com

^[d] Engenheiro Agrônomo, Doutor, professor do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual de São Paulo (CAUNESP), Jaboticabal, SP - Brasil, e-mail: castagnolli@terra.com.br

^[e] Zootecnista, Doutor, professor da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP/FMVZ), Botucatu, SP - Brasil, e-mail: epezzato@fca.unesp.br

Resumo

As tilápias representam uma das principais espécies cultivadas no mundo e o melhoramento genético constitui uma excelente ferramenta para produção mais eficiente e rentável. A avaliação das diferentes linhagens de tilápia torna-se importante para a realização dos trabalhos de melhoramento genético. A digestibilidade aparente dos nutrientes pode ser um dos parâmetros para se avaliar o desempenho de diferentes linhagens. Objetivou-se com este trabalho avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de quatro linhagens (CESP, Pernambuco, Tailandesa e Santa Catarina) de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de alevinagem. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (linhagens) e cinco repetições. Duzentos e quarenta tilápias ($40,0 \pm 5,0$ g) sexualmente invertidas foram estocadas em oito aquários. O marcador externo utilizado foi 0,1% de óxido de cromo adicionado na ração. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os resultados médios dos coeficientes de digestibilidade aparente das linhagens de tilápia-do-nilo foram $77,68 \pm 1,03$; $94,06 \pm 0,48$; $81,32 \pm 1,07$, respectivamente para matéria seca, proteína e energia, e não demonstraram diferenças estatísticas ($p > 0,05$). Conclui-se que as linhagens CESP, Pernambuco, Tailandesa e Santa Catarina possuem habilidades semelhantes de digerir os nutrientes e a energia contida na ração fornecida durante a fase de alevinagem.

Palavras-chave: Nutrição. Peixes. Piscicultura.

Abstract

*Tilapias represent one of the most important species of cultured fish in the world. The fish breeding is an excellent tool to produce more efficiently and profitably. Strains evaluation is important to selection in breeding programs. Nutrients digestibility of ration can be used to evaluate differences between fish strains. This experiment aimed to evaluate the apparent digestibility coefficient (dry matter, protein and energy) of four Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains from CESP (São Paulo state), Pernambuco, Santa Catarina (from the states that name them both) and Thailand (Pará state), during fingerling phase. The experimental design was completely randomized with four treatments (strains) and five replications. Two hundred and four tilapias (40.0 ± 5.0 g) sexually inverted were stoked in eight aquariums. The external marker utilized was 0.1% of chromium oxide (Cr_2O_3) included in the ration. Data was analyzed by one way ANOVA. The means results of apparent digestibility coefficients were 77.68 ± 1.03 ; 94.06 ± 0.48 ; $81.32 \pm 1.07\%$, respectively to dry matter, crude protein and energy. There were no statistical differences ($p > 0.05$) between strains in apparent digestibility coefficient, demonstrating the same ability of feed utilization during fingerling phase.*

Keywords: Nutrition. Fish. Fish culture.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o sétimo produtor mundial de tilápia, com uma produção de 51,7 milhões de toneladas em 2006 (FAO, 2009). A competitividade existente e a preocupação em produzir proteína com alto valor biológico, para atender às exigências crescentes em todo o mundo, levam à busca de novas tecnologias de produção de peixes. Para tal, a avaliação das diferentes linhagens de tilápia torna-se importante para o melhoramento genético e desenvolvimento da tilapicultura nacional (ZIMMERMANN, 1999).

O isolamento geográfico dos peixes propicia o desenvolvimento de características adaptativas típicas que levam ao surgimento de diferentes linhagens com potencial de utilização em programas de melhoramento genético (EKNATH et al., 1993). O crescimento de machos e fêmeas de oito linhagens de *Oreochromis niloticus* produzidas em 19 diferentes locais demonstraram forte influência do ambiente, evidenciando diferença de expressão do potencial genético em cada espaço (VERA; EKNATH, 1995).

Os problemas relacionados com a utilização de material genético “pobre” podem levar à baixa produtividade de peixe. Na Ásia existem estoques de reprodutores de tilápia com genética “pobre” devido à introdução de pequeno número de peixes, o que ocasionou, provavelmente, o efeito “gargalo” (*bottleneck* – consanguinidade) (PULLIN; CAPILI, 1988). No Brasil introduziu-se uma pequena quantidade de tilápia-do-Nilo e de outras espécies, como a mossâmbica, rendali e zilli. Em meados da década de 90 começaram as constatações de que os estoques comerciais e institucionais não eram mais puros, havendo ocorrência de anomalias genéticas em 5% a 10% do lote reproduzido (ZIMMERMANN, 1999).

Com o intuito de melhorar a produtividade zootécnica da tilápia no Brasil, em 1996 foram importados reprodutores de tilápia chitralada ou Tailandesa, que possui melhor desempenho que as linhagens presentes (ZIMMERMANN, 2000), podendo assim aumentar a variabilidade genética. Introduziram-se também as linhagens supreme, proveniente da empresa Genomar (ZIMMERMANN, 2003), e GIFT (*Genetically Improved of Farmed Tilapia*, ou tilápia de cultivo geneticamente melhorada), pelos professores da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em 2005 (LUPCHINSKI-JUNIOR et al., 2008).

Alguns trabalhos avaliaram diferentes linhagens e espécies de tilápias, entre os quais podem ser destacados: Vera e Eknath (1995); Siddiqui e Al-Harbi (1995); Macaranas et al. (1997); Dan e Little (2000); Boscolo et al. (2001); Wagner (2004); Ridha (2006); Ng e Hanim (2007); Neves et al. (2008); Lu et al. (2009); e Neumann, Koberstein e Braga et al. (2009). Os trabalhos realizados com linhagens

de tilápia evidenciam diferenças relacionadas a desempenho, rendimento de filé e habilidade de escapar das redes na despesca *seinability* (VERA; EKNATH, 1995; MARACANAS et al., 1997; DAN; LITTLE, 2000; SIFA et al., 1999).

Siddiqui e Al-Harbi (1995) realizaram experimento comparando espécies de tilápia no período pós-reversão sexual e observaram diferenças entre elas na sobrevivência e crescimento específico.

No Brasil, avaliando o desempenho das linhagens de tilápia Tailandesa e a comum, BOSCOLO et al. (2001) constatou um maior ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência para a linhagem tailandesa. Wagner (2004) realizou pesquisa com a tilápia híbrida, Bouaké (considerada comum), chitralada (Tailandesa), primeira e segunda geração. A primeira e a segunda gerações da linhagem chitralada obtiveram melhores desempenhos, seguidos da híbrida e da Bouaké.

Algumas linhagens de tilápia também se formaram no Brasil pelo processo de isolamento em regiões distintas e sob condições diferenciadas. Walmsley (2004) identificou quatro dessas linhagens: CESP (C), Pernambuco (PE), Santa Catarina (SC) e Tailândia (T) (ver Tabela 1), por meio do marcador molecular RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). Esse mesmo marcador foi utilizado por vários pesquisadores para identificação de diferentes populações de peixes (WELSH; McCLELLAND, 1990; BARDAKCI; SKIBINSKI, 1994; LIMA et al., 2000).

A linhagem C, que foi introduzida nos reservatórios das hidrelétricas da Companhia Energética do Estado de São Paulo, a partir da linhagem PE, adaptou-se às condições locais e muitos produtores de tilápia iniciaram as atividades com essa linhagem. A PE foi trazida ao Brasil na década de 70 e foi mantida relativamente pura durante esse período. A linhagem SC, também proveniente da PE, foi mantida em Santa Catarina e aparentemente demonstrou bom desempenho e resistência ao frio. Essas três linhagens de tilápia são as mais utilizadas dentre as chamadas “comuns”; no entanto, grande parte das produções comerciais já utilizam as tilápias T e GIFT, por propiciarem maior desempenho zootécnico, como descrito anteriormente.

Diferentes hipóteses que poderiam explicar o motivo do maior desempenho de uma linhagem em relação à outra: o maior consumo de alimento provocaria um excedente de energia e, conseqüentemente, maior acúmulo de energia. Como existe um maior consumo de alimento, o peixe precisaria aumentar a capacidade de digerir mais alimento. A docilidade do animal pode reduzir o gasto de energia, aumentando a deposição de tecido, ou seja, a própria eficiência alimentar. Mamum et al. (2004) cita a possibilidade das tilápias melhoradas geneticamente (GIFT) apresentarem desempenho diferenciado pelo comportamento e não pela fisiologia.

A avaliação das diferenças entre as linhagens de tilápia pode ser efetuada pelo coeficiente de digestibilidade, pois, segundo Andrigueto et al. (1982), as espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos. Na Malásia, Ng e Hanim (2007) observaram maior coeficiente de digestibilidade aparente do lipídio da ração pela tilápia-vermelha híbrida, em comparação com a linhagem GIFT (geração F9). No entanto, no Brasil não existem estudos relacionados às determinações do coeficiente de digestibilidade de rações das linhagens de tilápia.

As três linhagens de tilápia “nacionais”, adaptadas às diversas regiões do Brasil, necessitam ser testadas e confrontadas com as linhagens recentemente importadas (T e GIFT).

Objetivou-se com este trabalho avaliar os coeficientes de digestibilidade da ração em quatro linhagens de tilápia-do-Nilo durante a fase de alevinagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em oito aquários de alimentação, com capacidade de 250 litros, em sistema de recirculação. Os quatro aquários de coleta de fezes utilizados possuem o formato cônico e volume de 300 litros, com sistema de recirculação individual. A temperatura da água foi mantida constante em 26°C.

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (linhagens) e cinco repetições, sendo considerada cada coleta como uma repetição. As linhagens utilizadas foram a CESP (C), Pernambuco (PE), Santa Catarina (SC) e Tailândia (T) (Tabela 1).

TABELA 1 - Linhagens das tilápias-do-nylo utilizadas e suas procedências

Linhagem	Procedência
CESP (C)	Estação da Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP), Barra Bonita, SP
Pernambuco (PE)	Base de Piscicultura Dr. Raimundo Adhemar Braga, UFRPE, Recife, PE
Santa Catarina (SC)	Joinville, SC
Tailandesa (T), ou chitralada	Toledo, PR

Os reprodutores das quatro linhagens de tilápia-do-Nilo, previamente identificadas em trabalho realizado por Walmsley (2004), foram trazidas da piscicultura FEL Agropecuária, município de Macatuba, SP, para o Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, onde ocorreu a reprodução das mesmas. As pós-larvas (sete dias após a eclosão), com peso médio de 7,2 mg e comprimento total médio de 0,82 mm, foram transferidas para a UNESP/Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, em Botucatu, SP, invertidos sexualmente segundo metodologia de Guerrero (1982), alimentando-se com 60 mg de 17 α -metiltestosterona kg⁻¹ de ração durante 28 dias. Após crescimento, os alevinos (40,0 \pm 5,0g) foram estocados em oito gaiolas circulares (30 peixes por gaiola), confeccionadas com tela plástica com malha de 1,5 cm entre-nós, para facilitar o manejo e diminuir o estresse durante o processo de transferência entre os aquários.

Os peixes foram alimentados nos aquários de alimentação à vontade no período das 8h às 17h30 horas, com ração marcada contendo 0,1 % de Cr₂O₃ (Tabela 2). Após esse período, foram transferidos para os aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã seguinte.

TABELA 2 - Composição percentual da ração utilizada para o teste de digestibilidade das linhagens de tilápia-do-nylo

Ingrediente	%
Farelo de soja	67,00
Milho	26,25
Celulose	0,70
Metionina	0,25
Óleo de soja	2,30
Fosfato bicálcico	2,85
Vitamina C1	0,03
Sal	0,10
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,50
Antioxidante - BHT3	0,02
Total	100,00
Composição da ração	%
Matéria seca	93,63
Proteína bruta	34,96
Energia bruta (kcal/kg)	3,288
Extrato etéreo	4,64
Óxido de crômio	0,1752

Nota: 1 Suplemento vitamínico e mineral (Supremais): vit. A 1.200.000 UI; vit. D3 200.000 UI; vit. E 12.000 mg; vit K3 2.400 mg; vit. B1 4.800 mg; vit. B2 4.800 mg; vit. B6 48.000 mg; B12 4.800 mg; ác. fólico 1.200 mg; ác. pantotênico 12.000 mg; vit. C 48 mg; biotina 48 mg; colina 65 mg; niacina 24.000 mg; Fe 10.000 mg; Cu 600 mg; Mn 4.000 mg; Zn 6.000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

As fezes foram coletadas em coletores localizados no fim do aquário de coleta, secas em estufa com ventilação forçada à temperatura de 55°C e acondicionadas sob temperatura de -15°C para análise posterior.

Foram analisadas a matéria seca, a proteína bruta e a energia bruta nas rações e fezes, para calcular os coeficientes de digestibilidade aparente.

As análises para determinação da concentração de crômio, nas fezes e nas rações, foram realizadas a partir da mineralização ácida das amostras em blocos digestores, e posterior quantificação do crômio por espectrometria de absorção atômica. Seguindo metodologia proposta por Freire et al. (2001), as análises bromatológicas das rações e das fezes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP), em Botucatu, sendo a proteína pelo método de Kjeldhal, matéria seca determinada em estufa a 55°C durante 24 horas, seguindo os protocolos da A.O.A.C. (1984) e a energia com bomba calorimétrica PARR.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta foram calculadas com base no teor de C da ração e das fezes, segundo o método de determinação do CDA, conforme a seguinte fórmula (AUSTRENG, 1978):

$$CDA_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right] \quad (1)$$

Onde:

CDA_(n) = Digestibilidade aparente do nutriente;
Cr₂O_{3r} = % de óxido de crômio na ração;
Cr₂O_{3f} = % de óxido de crômio nas fezes;
N_r = % Nutrientes na ração;
N_f = % Nutriente nas fezes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados segundo Tukey (Snedecor, 1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) das quatro linhagens de tilápia-do-nilo. Conforme pode ser observado, a análise de variância não revelou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os CDA da ração pelas linhagens de tilápia.

Os coeficientes de digestibilidade da MS (Tabela 3) mostram-se semelhantes para as quatro linhagens de tilápia-do-nilo, com valores médios variando de 76,07 a 79,11%.

TABELA 3 - Valores médios e desvios padrões dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das diferentes linhagens de tilápia-do-nilo

CDA (%)	Linhagem				CV (%)
	CESP	Pernambuco	Tailandesa	Santa Catarina	
Matéria Seca	79,11 (\pm 3,06)	78,35 (\pm 2,54)	77,20 (\pm 6,07)	76,07 (\pm 2,38)	4,81
Proteína	94,92 (\pm 1,38)	94,09 (\pm 1,55)	93,67 (\pm 1,63)	93,54 (\pm 1,30)	1,52
Energia	83,10 (\pm 2,10)	81,56 (\pm 2,19)	80,83 (\pm 2,72)	79,80 (\pm 1,30)	2,88

Os CDA da MS desta pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Baccarin e Pezzato (2001), que obtiveram CDA de 76,70%, com ração contendo 28% PB e 3.200 kcal ED/kg, e superiores aos valores encontrados por Hisano et al. (2004), que encontrou CDA para MS de 67,17% de uma ração contendo 30% PB e 3.200 kcal ED/ kg.

Os CDA para a MS apresentada pelas quatro linhagens foram semelhantes, assim como Ng e Hanim (2007) não detectaram diferenças quando compararam a tilápia GIFT e a tilápia-vermelha híbrida. Isso demonstra que as linhagens estudadas não possuem diferenças na capacidade digestiva da ração, com os níveis nutricionais utilizados. No entanto, o método de determinação do CDA utilizado neste experimento pode não ser sensível o bastante para identificar as alterações digestivas das linhagens de peixe.

Outra suposição do maior desempenho zootécnico das linhagens melhoradas geneticamente pode ser devido ao aumento da ingestão do alimento, como sugerido por Mamun et al. (2004), mantendo o mesmo CDA dos alimentos, mas maior capacidade de processar o alimento.

Conforme se observa na Tabela 3, os CDA da PB apresentados pelas quatro linhagens avaliadas nesta pesquisa demonstraram valores mais próximos que os da MS. Esses coeficientes evidenciam a boa qualidade e o adequado balanço dos nutrientes da ração.

Os CDA de PB apresentados pelas diferentes linhagens de tilápia-do-Nilo nesta pesquisa se apresentam semelhantes aos obtidos por Faria et al. (2002), que foi de 91,40%, com uma ração contendo 32% PB e 3.000 kcal ED/kg, também semelhantes às obtidas com a tilápia-do-Nilo, linhagem Tailandesa, para ração purificada contendo 32% PB e 4.200 kcal EB, por Furuya et al. (2001a, b). Esses autores encontraram CDA para a PB de 94,14% e 94,40%, respectivamente.

Assim sendo, esses juvenis selecionados para o estudo de digestibilidade da proteína da ração demonstram que as linhagens têm as mesmas habilidades digestórias.

No entanto, estudos com tilápia geneticamente modificada (hormônio do crescimento - transgênica) demonstram a capacidade de reter mais o nitrogênio alimentar no músculo, devido à hiperplasia, pela maior produção do hormônio de crescimento (LU et al., 2009).

Os valores dos CDA da energia da ração estão apresentados na Tabela 3. Semelhante ao observado para MS e PB, as quatro linhagens expressaram idêntica habilidade em digerir a energia da ração. A maior média foi de 83,10% e a menor, de 79,80%. Os CDA de energia bruta apresentaram diferenças de apenas 3,97% entre a linhagem C e SC, coeficiente considerado muito bom.

Os CDA para EB apresentados pelas diferentes linhagens de tilápia nesta pesquisa foram semelhantes aos apresentados por Furuya et al. (2001a, b) com ração purificada contendo 33% PB e 4.200 kcal EB/kg. Esses autores encontraram, respectivamente, CDA para EB de 82,42% e 83,23%. Os resultados evidenciam a capacidade de digerir a energia contida na ração pelas quatro linhagens estudadas, o que permite inferir que essa espécie obtém de forma eficiente a energia necessária ao seu metabolismo, e para a expressão de seu potencial de produção zootécnica a partir do carboidrato e do lipídio na ração.

Mamun et al. (2007a, b) também não detectaram diferenças entre os CDA da tilápia GIFT, da tilápia-do-nilo comum e do macho genético nos parâmetros de MS, PB, lipídio e energia. Concluiu-se que

o maior crescimento das linhagens melhoradas geneticamente não pode ser atribuído à maior eficiência na digestibilidade dos alimentos. No entanto, alguns autores detectaram diferenças de CDA entre linhagens.

Lu et al. (2009) demonstraram diferenças quanto à retenção de nitrogênio e fósforo entre a linhagem GIFT e a transgênica, citando a diferente capacidade de utilização dos nutrientes pelo peixe modificado geneticamente. Portanto, os peixes melhorados geneticamente podem possuir capacidade diferenciada de crescimento muscular e, conseqüentemente, de retenção dos nutrientes. Ng e Hanim (2007) observaram diferenças na digestibilidade de lipídios entre a tilápia GIFT e a tilápia-vermelha híbrida. Esse parâmetro não foi avaliado neste trabalho, mas possivelmente, com o maior desempenho zootécnico da linhagem GIFT, exista a necessidade de maior de energia e, conseqüentemente, maior absorção do mesmo.

Os valores médios de digestibilidade da MS de PB e energia demonstraram semelhante eficiência das linhagens T, SC, C e PE no aproveitamento dos nutrientes, destacando um dos principais motivos que elegeram essa espécie como adequada para a prática da piscicultura em águas continentais dos países tropicais.

Os valores obtidos nesta pesquisa não permitem indicar aquela que seria a mais apta a proporcionar os melhores resultados zootécnicos num sistema de produção. Entretanto, tendo as quatro linhagens se comportado de forma semelhante quanto a suas habilidades digestórias, os melhores resultados zootécnicos caberão à linhagem que despende menos energia e apresenta maior resistência ao estresse (confinamento), principalmente quando em sistemas de produção intensiva.

CONCLUSÕES

As linhagens de tilápia-do-Nilo CESP, Pernambuco, Santa Catarina e Tailandesa apresentaram semelhantes coeficientes de digestibilidade aparente para a matéria seca, a proteína bruta e a energia bruta quando alimentadas com ração, cujo teor de nutrientes é semelhante aos padrões das formulações comerciais.

REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETO, J. M. et al. **Nutrição animal**. Curitiba: Nobel, 1982.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12th ed. Washington, D.C.: AOAC, 1984.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 13, p. 265-272, 1978.
- BACCARIN, A. E.; PEZZATO, L. E. Efeito da utilização da levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 549-556, 2001.
- BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- DAN, N. C.; LITTLE, D. C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, n. 3, p. 221-231, 2000.
- EKNATH, A. E. et al. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments **Aquaculture**, Amsterdam, v. 111, n. 1/4, p. 171-188. 1993.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Fisheries Technical Paper**. Rome: FAO, 2009.

FARIA, A. C. E. A. et al. Farinha de vísceras de aves em rações para alevinos de tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 812-822, 2002.

FREIRE, E. S. et al. Determinação de Cr203 utilizado como marcador de rações em fezes de peixes por GFAAS após mineralização em forno de microondas. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2001, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2001. p. 73.

FREIRE, E. S. **Avaliação biológica de sorgo alto e baixo tanino por meio do desempenho e digestibilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista de Botucatu, 2002.

FURUYA, W. M. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 611-616, 2001a.

FURUYA, W. M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001b.

GUERRERO, R. D. Control of tilapia reproduction. In: PULLIN R. S. V.; LOWE-MCCONNELL R. H. (Ed.). **The biology and culture of tilapias**. Manila, Filipinas: ICLARM, 1982. p. 309-316.

HISANO, H. et al. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 171-179, 2004.

LIMA, F. M.; COSTA, F. H. F.; SAMPAIO, A. H. Genetic variability using molecular markers (RAPD) in species and hybrids of tilapias (Piscis, Cichlidae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: ICLARM, 2000. p. 41-47.

LU, J. et al. Efficient productivity and lowered nitrogen and phosphorus discharge load from GH-transgenic tilapia (*Oreochromis niloticus*) under visual satiation feeding. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 293, p. 241-247, 2009.

LUPCHINSKI, Jr. E. et al. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 233-240, 2008.

MACARANAS, J. M. et al. Genotype and environment: a comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 150, p. 11-24, 1997.

MAMUN, S. M. et al. Growth performance and metabolic rates of genetically improved and conventional strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared individually and fed *ad libitum*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 6., 2004, Manila. **Proceedings...** Manila: BFAR, 2004. p. 379-399.

_____. Comparative digestion efficiencies in conventional, genetically improved and genetically male Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 381-387, 2007a.

_____. Comparison of metabolic rates and feed nutrient digestibility in conventional, genetically improved (GIFT) and genetically male (GMNT) Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdam, v. 148, p. 214-222, 2007b.

NEUMANN, E. et al. Desempenho de três linhagens de tilápia submetidas ao tratamento com 17-a-metiltestosterona em condições ambientais não controladas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 973-979, 2009.

- NEVES, P. R. et al. Evaluation of the performance of two strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in mixed raising system. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 3, p. 531-538, 2008.
- NG, W. K.; HANIM, R. Performance of genetically improved Nile tilapia compared with red hybrid tilapia fed diets containing two protein levels. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 9, p. 965-972, 2007.
- PULLIN, R. S. V.; CAPILI, J. B. Genetic Improvement of tilapias: problems and prospects. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILÁPIA IN AQUACULTURE, 2., 1988, Bangkok. **Anais...** Bangkok: ICLARM, 1988. p. 259-266.
- RIDHA, M. T. Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, p. 172-179, 2006.
- SIDDIQUI, A. Q.; AL-HARBI, A. H. Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 145-157, 1995.
- SIFA, L. et al. Seinability of four strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Chinese ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 174, p. 223-227, 1999.
- SNEDECOR, G. W. **Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology**. 5th ed. Iowa: Iowa State University Press, 1956. p. 534.
- VERA, M. S. P.; EKNATH, A. E. Growth performance of males and females of different strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different culture environments. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 137, p. 325-332, 1995.
- WAGNER, P. M. et al. Avaliação de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.
- WALMSLEY, S. **Identificação de estoques de tilápia *Oreochromis niloticus* através do uso de marcadores moleculares**. 2004. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2004.
- WELSH, J.; McCLELLAND, M. Fingerprint genomes using PCR with arbitrary primers. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 18, p. 7213-7218, 1990.
- ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica que permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21, 1999.
- _____. Bom desempenho das Chitraladas no Brasil. **Panorama da Aqüiculutra**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 60, p. 15-19, 2000.
- _____. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 69, 2003.

Recebido: 09/09/2008
Received: 09/09/2008

Aprovado: 31/08/2009
Approved: 08/31/2009