

Desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dois níveis de proteína

Vanice Marli Fülber^{1*}, Ricardo Pereira Ribeiro¹, Lauro Daniel Vargas¹, Graciela Lucca Braccini¹, Nilton Garcia Marengoni² e Leandro Cesar de Godoy³

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: vanizoo@yahoo.com.br

RESUMO. O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, alimentadas com dois níveis de proteína bruta (25 e 30%). As linhagens estudadas foram Bouaké (BOU), Chitralada (CHI) e GIFT. Os peixes foram marcados individualmente e alojados em dois viveiros de terra de 140 m² cada, num delineamento inteiramente casualizado, utilizando três linhagens e dois níveis de proteína bruta, sendo cada indivíduo uma repetição. A qualidade da água manteve-se adequada para a espécie. Das linhagens estudadas, GIFT apresentou melhor desempenho para ganho de peso e comprimento total, altura, largura e peso final, rendimento e peso de filé, independente das condições de cultivo. Esta superioridade às linhagens não melhoradas pode ser conferida ao melhoramento genético da linhagem. As tilápias alimentadas com 25% PB superaram em 51,0% (BOU), 47,0% (CHI) e 58,0% (GIF) o peso daquelas alimentadas com 30% PB. Os resultados obtidos sugerem menor necessidade de PB para tilápias na fase de terminação e alerta para o valor biológico dos ingredientes das rações.

Palavras-chave: GIFT, níveis de proteína bruta, variáveis de desempenho.

ABSTRACT. Productive performance of three Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) lines fed with two protein levels. This study aimed to evaluate the productive performance of three Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) lines, fed with two crude protein levels (25 and 30%). The lines studied were Bouaké (BOU), Chitralada (CHI) and GIFT. The fish were individually marked and housed in two land nurseries with 140 m² each, in a completely randomized design using three lineages and two levels of crude protein, with each individual counting as one replication. The water quality remained appropriate for the species. With regard to the lines studied, GIFT had the best performance for weight gain and total length, height, final width and weight, fillet yield and weight, regardless of culture conditions. This superiority to nonimproved lines can be attributed to the breeding line. The tilapia fed with 25% CP exceeded in 51.0% (BOU), 47.0% (CHI) and 58.0% (GIF) the weight of those fed with 30% CP. The results suggest less need of CP for tilapia in the finishing phase and alert to the biological value of feed ingredients.

Key words: GIFT, crude protein levels, performance variables.

Introdução

As tilápias consistem em um grande número de espécies pertencentes à tribo *Tilapiini*, um grupo de peixes exclusivamente africano, da Família *Cichlidae*. No Brasil, as linhagens comerciais têm origens distintas: a tilápia-de-Bouaké é originária da Costa do Marfim e introduzida em 1971 (CASTAGNOLLI, 1992); a linhagem Chitralada, ou tailandesa, desenvolvida no Japão e melhorada na Tailândia, sendo importada para o Brasil em 1996 (ZIMMERMANN, 1999); enquanto a linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia), desenvolvida nas Filipinas, foi importada pelo

Centro de Pesquisa em Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá em 2005.

Amplamente distribuída pelo Brasil, pela excelente combinação quanto aos aspectos fisiológicos, biologia reprodutiva, rusticidade, plasticidade genética, além do desenvolvimento de linhagens domesticadas. Contam a seu favor o baixo custo de produção relativo à alimentação e à qualidade da sua carne (sem espinhas na musculatura lateral, filé praticamente sem espinhas, ótimas características organolépticas, baixo teor de gordura e alto valor biológico que facilitam sua comercialização) (HILSDORF, 1995).

As linhagens de tilápia, Bouaké e Chitralada são consideradas as duas principais linhagens de tilápia-do-Nilo no Brasil (ZIMMERMANN, 1999; KUBITZA, 2000). A linhagem GIFT é resultado do programa de melhoramento genético de tilápias do Worldfish Center, na Malásia, a partir da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (GUPTA; ACOSTA, 2004). Porém, os resultados obtidos determinaram a avaliação de seu desempenho em condições distintas, estimulando programas de pesquisa regionais para avaliar os resultados em diferentes climas e condições de cultivo (WORLD FISH CENTER, 2004). Para a aquicultura são preferidos organismos que alcancem tamanho comercial no menor intervalo de tempo, em condições economicamente vantajosas (ARANA, 2004).

As variáveis de qualidade da água são importante aliado na identificação das condições sanitárias do ambiente aquático. Suas características regulam eficazmente o metabolismo do ecossistema, influenciando sobremaneira as dinâmicas químicas e biológicas dos corpos d'água. As tilápias apresentam boa resistência a baixas concentrações de oxigênio na água, necessitando cuidado especial com relação às quantidades de material orgânico nos tanques em estágios mais avançados de cultivo. A concentração de nutrientes no meio aquático pode ser determinada pelo monitoramento da Condutividade Elétrica (CE), que indica a taxa de decomposição da matéria orgânica pela presença de partículas carregadas eletricamente, auxiliando na identificação de eventual poluição na água. Alta concentração iônica aumenta a capacidade da água em conduzir eletricidade.

Os valores de condutividade desejáveis em piscicultura encontram-se entre 20 e 00 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Outro indicador importante, o pH, é determinado pela concentração de íons H^+ originados da dissociação do ácido carbônico. O pH é influenciado pelas reações de íons carbonato e bicarbonato, pelo processo de fotossíntese, pela respiração dos organismos, pela concentração de nutrientes na água, entre outros fatores, com oscilação diretamente proporcional ao O_2 dissolvido e inversamente proporcional ao CO_2 , podendo ser responsável por altas taxas de mortalidade (BOYD, 1990; TAVARES, 1995; MARDINI; SANTOS, 1994; VINATEA, 1997; RIBEIRO, 2001). A amônia resulta da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica (ESTEVES, 1998). O nitrogênio amoniacal dissolvido na água encontra-se nas formas ionizada, NH_4^+ e não-ionizada NH_3 (CARMOUZE, 1994). A razão $[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]$ depende do pH e do valor de uma constante de

equilíbrio (K), sendo esta, função da temperatura e da composição iônica da água. Em pH inferior a 8,5, NH_4^+ predomina, enquanto NH_3 prevalece em pH acima de 10. Quanto maior o pH, maior será a porcentagem de NH_3 (forma tóxica) (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

Em geral, as rações comerciais para tilápias possuem de 25 a 30% de proteína bruta (PB) e no Brasil usam rações até com 40% (PB), elevando a participação de ingredientes proteicos (EL-SAYED, 1999). Considerando que proteína é o nutriente mais caro da dieta, é importante determinar sua concentração mínima para proporcionar crescimento máximo dos animais (CLARK et al., 1990). Entre os produtos utilizados como fontes proteicas de origem animal, a farinha de peixe ainda se apresenta como a mais indicada para a formulação de rações para peixes (OLVERA-NOVOA et al., 1997) e a sua baixa oferta e sem perspectivas de aumento na produção, eleva seu preço (HARDY; KISSIL, 1997) e aumenta o interesse por fontes alternativas de menor custo.

Fontes vegetais de proteína comumente apresentam menor digestibilidade, são deficientes em metionina e lisina, e podem apresentar fatores antinutricionais que afetam o uso e digestão da proteína, como os inibidores de proteases, taninos e lecitina, que afetam o uso de minerais, enquanto os fitatos (ácido fítico), gossipol, oxalatos, glicosinolatos, entre outros, são antivitaminas (TEIXEIRA, 2001). O farelo de soja é a principal fonte de proteína de origem vegetal, pela sua grande disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo. O farelo e soja integral têm sido utilizados em rações para organismos aquáticos para reduzir o custo com a alimentação e por proporcionar melhor aparência do grânulo após a extrusão (FURUYA et al., 2004).

As proteínas de origem vegetal diferem entre si e das de origem animal. O valor biológico (V.B) das proteínas varia com o número e categoria dos aminoácidos que a compõe, da função exercida, espécie animal considerada e da quantidade de nutrientes não-nitrogenados que compõe a dieta (TEIXEIRA, 2001).

Diante ao avanço da tilapicultura e do aumento da demanda por linhagens com desempenhos superiores, aliado aos programas de melhoramento genético em desenvolvimento, foi realizada esta pesquisa cujo objetivo foi avaliar o desempenho de três linhagens de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), alimentadas com dois níveis de proteína bruta em rações comerciais.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá, UEM/Codapar, localizada no distrito de Florianópolis, município de Maringá, Estado do Paraná, 23°31'7.29"S e 52° 2'20.81"W. Caracterizou-se pela avaliação de três linhagens de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), em fase de terminação, alojadas em dois viveiros de terra de 140 m². As tilápias foram alimentadas com rações contendo dois níveis de proteína bruta, de abril a novembro de 2006.

O preparo dos viveiros seguiu recomendações de Ribeiro (2001), com a drenagem total, calagem e adubação, estabelecendo ambiente semelhante entre os viveiros e favorável para o bom desenvolvimento dos peixes.

As linhagens estudadas foram obtidas de estoques de alevinos coletados de várias desovas ocorridas na mesma época, de plantéis de matrizes fornecidos pela Estação de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, e os indivíduos foram capturados aleatoriamente, usando um puçá, e distribuídos proporcionalmente entre os dois viveiros.

Os peixes foram marcados individualmente com dispositivo eletrônico Passive Integrated Transponder (PIT) tags, garantindo a identificação segura e permanente. Cada PIT tag possui um código formado por letras e números organizados de forma a não permitir códigos repetidos. Fez-se a leitura dos PIT tags usando um Scanner de leitura eletrônica. Os PIT tags foram implantados na cavidade abdominal dos peixes mediante o uso de uma seringa com agulha própria para acoplar os tags (Figura 1). Para este procedimento, os peixes foram anestesiados usando Benzocaína (1 g 15 L⁻¹ d'água), e receberam um banho de solução salina a 0,05% por 10 min., antes de serem levados aos tanques.

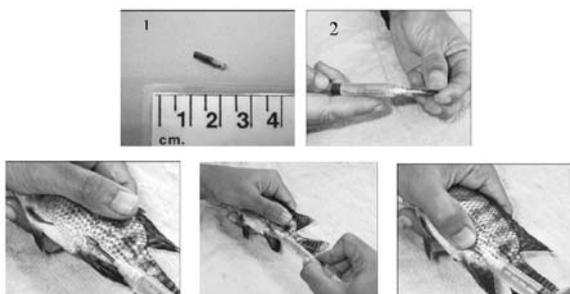


Figura 1. PIT tag (1) e PIT-tag sendo inserido na agulha da seringa (2) e posterior implante na cavidade abdominal do peixe.

Figure 1. PIT tag (1) and PIT tag being inserted in the needle of the syringe (2) and later implantation in the abdominal cavity of the fish.

Adaptado de: Worldfish Center (2004).
Adapted from: Worldfish Center (2004).

Foram identificados 230 peixes (80 BOK, 68 CHI e 82 GIF) e divididos em número proporcionalmente igual de cada linhagem para dois viveiros de terra de 140 m². Foi fornecida ração comercial extrusada com diferentes níveis de proteína bruta (25 e 30% PB) para cada viveiro. A ração foi fornecida *ad libitum* com temperatura média da água entre 20 e 30°C, mas controlada conforme a ingestão quando a temperatura ficava entre 17 e 19°C ou abaixo disso. A densidade de estocagem foi de 0,82 peixes m⁻² e a taxa de renovação de água semanal de 2 a 3%, caracterizando a criação como semi-intensiva, com baixa taxa de renovação de água. As variáveis de qualidade de água foram aferidas durante todo o período experimental. Fez-se o registro diário de temperatura máxima e mínima do ar utilizando termômetro de mínima e máxima, e a temperatura da água na hora da alimentação com termômetro de bulbo de mercúrio. A condutividade elétrica, o oxigênio dissolvido e o pH foram aferidos três vezes por semana mediante o uso de condutivímetro, oxímetro e pHmetro digitais, respectivamente, em diferentes pontos de cada viveiro no momento da primeira alimentação do dia.

Os peixes possuíam valores médios iniciais de peso, comprimento e altura de, respectivamente: 37,39 ± 9,88 g, 12,66 ± 1,04 cm e 3,87 ± 0,38 cm para a BOK; 41,87 ± 11,45 g, 13,19 ± 1,09 cm e 4,06 ± 0,38 cm para a CHI; 45,49 ± 11,61 g, 13,40 ± 1,07 cm e 4,17 ± 0,35 cm para a GIF, com CV% de 26,02; 8,03 e 8,97. Ao final da fase avaliou-se o peso total dos peixes, ganho em peso, peso e rendimento de filé, comprimentos total e padrão, altura e largura. Em todas as fases foi calculada a taxa de sobrevivência (TS%) dos peixes. A operação de retirada do filé de todos os peixes foi feita pela mesma pessoa seguindo o método recomendado por Souza et al. (1999), mediante a retirada da pele e vísceras e posterior remoção do filé.

Foi utilizado Delineamento Inteiramente Casualizado, no esquema fatorial 3 x 2 (três linhagens x dois níveis de PB) sendo cada indivíduo uma repetição. O modelo estatístico adotado foi $Y_{ijk} = \mu + L_i + D_j + LD_{ij} + R_k + e_{ijk}$, em que: Y_{ijk} é a observação referente a *i*-ésima linhagem, no *j*-ésimo nível de proteína bruta e *k*-ésima repetição; μ é a média geral do parâmetro; L_i é o efeito da *i*-ésima linhagem; D_j é o efeito do *j*-ésimo nível de proteína bruta; LD_{ij} é o efeito da interação de primeira ordem entre linhagens e níveis de proteína bruta; R_k é o efeito da *k*-ésima repetição; e_{ijk} é o erro aleatório (BARBIN, 2003). Fez-se análise de variância das variáveis de desempenho e suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995).

Resultados e discussão

Os valores médios de temperatura média do ar durante o experimento resultaram mínima de $13,4 \pm 6,09^\circ\text{C}$ e máxima de $28,0 \pm 5,26^\circ\text{C}$. A temperatura média da água no momento da alimentação foi de $19,9 \pm 4,72^\circ\text{C}$. O período experimental deu-se em parte no inverno (Figura 2), havendo alguns dias em que as médias de temperatura da água estiveram abaixo de 16°C , quando a alimentação foi suspensa, conforme Hopher et al. (1983) observando que em temperaturas abaixo de 16 ou 17°C os peixes cessam a ingestão de alimentos.

Na Figura 1, estão apresentadas as variações de temperatura do ar máxima e mínima ao longo do período de 24h e da água no horário de fornecimento da ração durante o experimento.

As médias para condutividade elétrica (CE) de 85 ± 36 e $91 \pm 35 \mu\text{S cm}^{-1}$, oxigênio dissolvido de $2,31 \pm 0,94$ e $2,65 \pm 1,51 \text{ mg L}^{-1}$ e pH médio de $7,30 \pm 0,62$ e $7,69 \pm 0,78$, para os viveiros que receberam 25% PB e 30% PB, respectivamente. A Condutividade Elétrica (CE) é um indicativo sobre o grau de poluição da água em piscicultura, portanto esses valores ainda estão dentro dos limites desejáveis (RIBEIRO, 2001). Tilápias são tolerantes a condições ambientais adversas, como baixo oxigênio dissolvido (OD) ($1,0 \text{ ppm}$ ou mg L^{-1}) e pH entre 5,0 a 11,0. O pH predominante abaixo de 8,0 reduz a possibilidade de formação de amônia tóxica em níveis críticos (PEREIRA; MERCANTE, 2005). Em suma, pode-se inferir que esses valores médios observados para qualidade de água mantiveram padrões aceitáveis para o adequado desenvolvimento da tilápia-do-Nilo (BOYD, 1990). Contudo, melhorando a taxa de renovação da água dos tanques, certamente vão fornecer melhores condições de desempenho para as tilápias, independente das linhagens.

Na Tabela 1, estão apresentadas as variáveis de desempenho das três linhagens de tilápia (*O.*

niloticus), alimentadas com rações comerciais com dois níveis de PB na fase de crescimento e terminação.

Na avaliação de desempenho comparando as três linhagens de tilápia, observa-se a linhagem GIFT mais eficiente para todas as variáveis avaliadas, independente dos níveis de proteína bruta fornecidos, seguidos pela Chitralada e Bouaké. Quando comparado o desempenho da linhagem GIFT com Bouaké e Chitralada no tratamento com 25% de PB, observa-se uma superioridade de ganho de peso de 21 e 19%, respectivamente, enquanto Chitralada superou a Bouaké em 1%. Dan e Little (2000) e Dey et al. (2000), comparando GIFT com outras linhagens em cinco países da Ásia, observaram peso 18 a 58% superior para GIFT comparada com linhagens não melhoradas. Ridha (2006), comparando desempenho de crescimento de três linhagens de tilápia-do-Nilo *O. niloticus*: uma não melhorada (NS), a sexta geração da GIFT e a 13ª geração selecionada entre as famílias (*O. niloticus*) (SL), descreve diferenças significativas ($p < 0,05$) da GIFT e SL comparada à linhagem não melhorada (NS).

Resultados semelhantes foram observados por Siddiqui e Al-Harbi (1995), Bentsen et al. (1998) e Wagner et al. (2004), avaliando o desempenho de linhagens de tilápias comparando linhagens locais, que se encontram adaptadas ao ambiente, com linhagens recém-introduzidas no país. Tudo indica que o potencial de desempenho das diferentes linhagens de tilápias pode estar relacionado a fatores genéticos.

As médias para as variáveis de peso final, comprimento total, comprimento padrão, largura final e peso de filé, foram superiores para a linhagem GIFT, diferindo ($p < 0,05$) em relação à Chitralada e Bouaké. Entretanto, rendimento de filé não diferiu significativamente entre as linhagens ($p > 0,05$), indicando que a taxa de rendimento de filé é característica do peixe, diretamente influenciada pela sua morfologia.

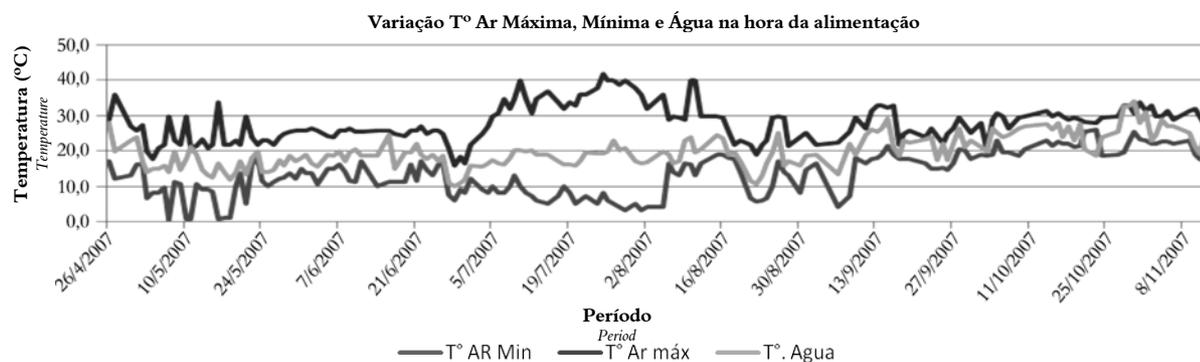


Figura 2. Variação média da temperatura do ar máxima e mínima do período de 24h e da água no horário de fornecimento da ração, durante o experimento.

Figure 2. Average variation of low and high air temperature during the period of 24h and water in the period of ration supply, during the experiment.

Tabela 1. Valores médios de Comprimento Total Final (CTF), Altura Final (ALF), Largura Final (LF), Peso Final (PF), Ganho de Peso (GP), Peso de Filé (PFI) e Rendimento de Filé (RFI) das três linhagens de tilápia (*O. niloticus*) ao final da quarta fase, submetidas a dois níveis de Proteína Bruta (PB), 25 e 30%, por 204 dias.

Table 1. Average values for Final Total Length (FTL), Final Height (FH), Final Width (FWD), Final Weight (FW), Weight Gain (WG) File Weight (FIW) and File yield (FY) of three (*O. niloticus*) lines at the end of the fourth phase, submitted to two crude protein levels (CP), 25 and 30%, for 204 days.

Linagem Lines	PB% CP	CTF (cm) FTL	ALF (cm) FH	LF (CM) FWD	PF (g) FW	GP (g) WG	PFI (g) FIW	RFI (%) FY
Bouaké		27,35Ac	8,65Ab	4,23Aab	400,68Ab	360,90Ab	126,82Bb	31,65Aa
Chitralada	25	28,05Ab	8,95Aab	4,19Ab	406,43Ab	368,28Ab	122,62Bb	30,17Aa
Gift		29,37Aa	9,39Aa	4,48Aa	485,95Aa	437,52Aa	149,89Aa	30,84Aa
Bouaké		24,57Bb	7,80Bb	3,68Bb	273,62Bb	239,02Bb	84,12Aa	30,74Aa
Chitralada	30	25,51Bab	8,24Bab	3,76Bab	294,83Bab	249,34Bab	88,64Aab	30,06Aa
GIFT		25,80Ba	8,35Ba	3,83Ba	320,74Ba	277,15Ba	93,82Aa	29,25Aa
CV (%)		5,26	6,67	6,64	17,43	19,22	18,02	10,13

Média seguida da mesma letra maiúscula nas colunas não difere pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade para diferentes níveis de proteína bruta (PB) dentro da mesma linhagem; Média seguida da mesma letra minúscula nas colunas não difere pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade para o mesmo nível de proteína bruta (PB) entre as linhagens.

Average followed by the same uppercase letter in columns did not differ by Tukey's test at 5% of probability for the different crude protein (CP) levels within the same line; Average followed by the same lowercase letter in columns did not differ by Tukey's test at 5% of probability for the same crude protein (CP) levels between different lines.

Esta característica está mais relacionada com a altura do que com o comprimento, pois quanto mais alto for o peixe, melhor o rendimento em filé. Wagner et al. (2004) não identificou diferenças morfológicas mensuráveis entre as linhagens Chitralada e Bouaké e o híbrido entre as duas linhagens. Santos et al. (2007), estudando o desenvolvimento morfométrico e alométrico com avaliação dos rendimentos do processamento de tilápias em função dos pesos de abate dos peixes, caracteriza a linhagem GST (GIFT Supreme Tilápia) como mais fusiforme, se comparada a Chitralada, caracterizando-a como peixes de maior rendimento de filé. Comparada com a Chitralada, sugere que a GST possui maior precocidade, atingindo antes o máximo potencial produtivo de filé. O autor concluiu ser necessário mais avaliações com intervalos de tempo mais curtos.

Os valores médios das variáveis de desempenho, independente da linhagem, demonstram rendimento inversamente proporcional ao aumento dos níveis de proteína bruta (PB). Comparando o ganho de peso médio obtido pelas linhagens que receberam dietas com 25%, observou-se rendimento de 51,0, 47,0 e 58,0% para Bouaké, Chitralada e GIFT, respectivamente, superior ao obtido com aquelas alimentadas com rações contendo 30% PB. Resposta semelhante encontrada por Shiau et al. (1990), avaliando tilápia híbrida (*O. niloticus* x *O. aureus*), observaram redução no ganho de peso dos indivíduos alimentados com ração contendo 30% de farelo de soja integral, substituindo o farelo de soja. Furuya et al. (2004), avaliando a utilização de farelo de soja integral em rações para tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) na fase inicial, obteve resultado semelhante, relacionando a redução no desempenho dos peixes com fatores antinutricionais, um possível aumento na taxa de passagem e consequente redução na utilização dos nutrientes pelo menor tempo de

exposição às enzimas. Pereira-da-Silva et al. (2004) concluíram que a tilápia-do-Nilo apresenta habilidade de regular a ingestão dietética proteica por livre escolha em níveis médios de 24%.

Furuya et al. (2005), aplicando o conceito de proteína ideal em dietas para tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, concluíram que é possível reduzir o nível de proteína de 30 para 27,5% em dietas para juvenis desta espécie, sem efeitos negativos sobre o crescimento, rendimento de carcaça e composição química dos filés. Deyab e Magdy (2005), avaliando desempenho em crescimento de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*), com dois níveis de PB na alimentação (25 e 30%), não identificaram aumento significativo na taxa de crescimento com o aumento dos níveis de proteína e mediante avaliação econômica, recomendaram 25% PB para tilápia-do-Nilo adulta. Estes resultados sugerem que tilápias-do-Nilo, na fase de terminação, não necessitam de níveis de proteína bruta muito alta, uma vez que eleva o custo de produção e não necessariamente determina aumento no valor biológico da dieta.

Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo indicam a linhagem GIFT com melhor potencial produtivo, superior às linhagens de tilápias não melhoradas, Chitralada e Bouaké.

Tilápias alimentadas com 25% PB resultaram com desempenho superior às alimentadas com 30% PB, indicando menor necessidade de PB na fase de terminação e alertando para maior atenção quanto ao valor biológico dos ingredientes na formulação de rações para essa espécie.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Referências

- ARANA, L. V. **Fundamentos de aquíicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 1995.
- BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Midas, 2003.
- BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; PALADA-DE VERA, M. S.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. M.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERDE, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 160, n. 1-2, p. 145-173, 1998.
- BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn: Auburn University Experimental Station, 1990.
- CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**. 1. ed. São Paulo: Fapesp, 1994.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992.
- CLARK, A. E.; WATANABE, W. O.; OLLA, B. L.; WICKLUND, R. I. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. **Aquaculture**, v. 88, n. 1, p. 75-85, 1990.
- DAN, N. C.; LITTLE, D. C. The culture performance of monosex and mixed-sex new season and over wintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, v. 184, n. 3-4, p. 221-231, 2000.
- DEY, M. M.; EKNATH, A. E.; LI SIFA HUSSAIN, M. G.; TRAN, T. M.; PONGTHANA, M.; NGUYEN, V. H.; PARAGUAS, F. J. Performance and nature of genetically improved farmed tilapia: a bioeconomic analysis. **Aquaculture Economics and Management**, v. 4, n. 1-2, p. 85-108, 2000.
- DEYAB, M. S. D. E.; MAGDY, M. A. G. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v. 36, n. 2, p. 163-171, 2005.
- EL-SAYED, A. M. Alternative dietary sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, n. 1-4, p. 149-168, 1999.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005.
- FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; SAKAGUTI, E. S.; BOTARO, D.; SILVA, L. C. R.; AURESCO, S. A. Farelo de soja integral em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 6, n. 2, p. 203-207, 2004.
- GUPTA, M. V.; ACOSTA, B. O. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. **NAGA, WorldFish Center Quarterly**, v. 27, n. 3-4, p. 4-14, 2004.
- HARDY, R. W.; KISSIL, W. M. Trends in aquaculture feeding. **Feed Mix**, v. 5, n. 1, p. 31-34, 1997.
- HEPHER, B.; LIAO, I. C.; CHENG, S. H.; ASIEH, C. S. Food utilization by red tilapia - Effects for diet composition, feeding level and temperature on utilization efficiencies for maintenance and growth. **Aquaculture**, v. 32, n. 3-4, p. 255-275, 1983.
- HILSDORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 22, p. 73-84, 1995.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1. ed. Jundiaí: Funep, 2000.
- MARDINI, C. V.; SANTOS, G. O. **Criação de peixes em tanques e açudes**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1994.
- OLVERA-NOVOA, M. A.; PEREIRA-PACHECO, F.; OLIVEIRA-CASTILLO, L.; PÉREZ-FLORES, V.; NAVARRO, L.; SÁMANO, J. C. Cowpea (*Vigna unguiculata*) protein as replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture**, v. 158, n. 1-2, p. 107-116, 1997.
- PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água: uma revisão. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 31, p. 81-88, 2005.
- PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; ORSOLI, D. N.; ARAÚJO, L. F.; CANTELMO, O. A.; MERIGHE, G. K. F. Regulação da ingestão protéica na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1921-1927, 2004.
- RIBEIRO, R. P. Calagem e adubação de tanques para piscicultura. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. (Ed.). **Fundamentos da moderna aquíicultura**. Canoas: Ulbra, 2001. p. 91-121.
- RIDHA, M. Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. at two stocking densities. **Aquaculture Research**, v. 37, n. 2, p. 172-179, 2006.
- SANTOS, V. B.; RILKE, T. D. F.; SILVA, F. F.; FREATO, T. A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, 2007.
- SHIAU, S.; LIN, S.; YU, S.; LIN, A.; KWOK, C. Defatted and full-fat soybean meal as partial replacement for fish meal in tilapia (*O. niloticus* x *O. aureus*) diets at low protein level. **Aquaculture**, v. 86, n. 4, p. 401-407, 1990.
- SIDDIQUI, A. Q.; AL-HARBI, A. H. Evaluation of three species of tilapia, red and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. **Aquaculture**, v. 138, n. 1-4, p. 145-157, 1995.
- SOUZA, M. L. R.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Influencia do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento da carcaça, filé e pele da tilápia do

Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 1, n. 28, p. 1-6, 1999.

TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. São Paulo: Funep, 1995.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA/Faepe, 2001.

VINATEA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura**. Florianópolis: Edufsc, 1997.

WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; POVH, J. A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p.187-196, 2004.

WORLD FISH CENTER. **GIFT technology manual: an aid to tilapia selective breeding**. Penang, 2004.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias-do-nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, v. 9, n. 54, p. 15-21, 1999.

Received on April 14, 2009.

Accepted on November 5, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.