



ARTIGO | ARTICLE

## Densidades de estocagens de pós-larvas de tilápia-do-Nilo submetidas à inversão sexual

*Stocking density of Nile tilapia fry during sex inversion phase*

Leonardo Tachibana<sup>1</sup>

Antônio Fernando Gervásio Leonardo<sup>1</sup>

Camila Fernandes Corrêa<sup>1</sup>

Luis Augusto Saes<sup>2</sup>

### RESUMO

Objetivou-se avaliar, por meio dos índices zootécnicos, a eficiência e as diferentes densidades de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-Nilo da linhagem tailandesa, durante a fase de inversão sexual, mantidas em sistema de gaiolas ("hapas"). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro densidades de estocagem; 1, 3, 5 e 7 pós-larvas L<sup>-1</sup>; em gaiolas e três repetições, durante 30 dias. A ração comercial com 17 $\alpha$ -metilttestosterona foi fornecida cinco vezes ao dia. As menores densidades de estocagem propiciaram maiores coeficientes de variação dos valores médios de massa e comprimento. As médias das massas finais individuais dos peixes foram inversamente proporcionais às densidades de estocagem, ocorrendo efeito quadrático. Conclui-se que o aumento na densidade de estocagem de 1 até 7 pós-larvas L<sup>-1</sup> influencia negativamente o crescimento das pós-larvas de tilápia-do-Nilo, no entanto, melhora a uniformidade de tamanho do lote sem interferir nas taxas de sobrevivência e inversão sexual.

**Palavras-chave:** Gaiola. "Hapa". *Oreochromis niloticus*. Pós-larvas. Tilapicultura.

### ABSTRACT

*This aim of this study was to evaluate, by means of husbandry indices, Nile tilapia fry of Taiwanese strain at different stocking densities, during the sex inversion phase. The experimental design was totally randomized with four stocking*

<sup>1</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Vale do Ribeira. Caixa Postal 122, 11900-000, Registro, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L. TACHIBANA. E-mail: <leotachibana@apta.sp.gov.br>.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Registro, SP, Brasil.

densities and three replications over a period of 30 days. Fish were stocked at 1, 3, 5 and 7 fry L<sup>-1</sup> in hapa net cages. The fish were fed five times a day, with commercial animal feed containing 17 $\alpha$ -methyltestosterone. The lowest densities resulted in the highest coefficients of variance for average values of weight and length. The averages of the fishes' final individual weights were inversely proportional to stocking density, with the occurrence of the quadratic effect. We concluded that fry growth rate was negatively influenced by a rise in stocking density. However, higher stocking densities show better growth homogeneity without impacting the survival and sex inversion rates.

**Key words:** Cage. Hapa net. *Oreochromis niloticus*. Fish culture. Tilapiculture.

## INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo é o peixe mais criado no Brasil, com uma produção estimada em 238662 toneladas em 2005 (Sinou, 2006). Considerada rústica no manejo criatório, possui características organolépticas de grande aceitação pelo mercado consumidor (Kubitza, 2000).

A maioria das pisciculturas utiliza tilápia sexualmente invertida para macho na produção comercial, sendo que a técnica mais empregada para obtenção de populações macho é a inversão sexual pelo método direto: utilização do hormônio 17 $\alpha$ -metiltestosterona na dieta de pós-larvas da tilápia-do-Nilo (Guerrero, 1975).

As técnicas de inversão sexual são bem conhecidas, no entanto, é necessário o aprimoramento constante para produção de alevinos de tilápia com menores custos, boa qualidade e em quantidade para suprir a demanda do mercado. A sobrevivência das Pós-Larvas (PL) durante o período de inversão sexual está entre 70% e 80% em produções comerciais (Popma & Lovshin, 1996), pois nesta fase são mais sensíveis a doenças, baixa qualidade da água, nutrição-alimentação e manejo inadequados.

A densidade de estocagem ideal para cada sistema de criação é de fundamental importância para a criação comercial de tilápias, resultando em diferentes ganhos em massa e crescimento. Nos peixes adultos, em sistemas intensivos (tanques-rede e *race-way*) pode-se atingir densidades de até 300 kg.m<sup>-3</sup> (Lovshin, 1997) e em sistemas extensivos (represas e viveiros) 0,5kg.m<sup>-2</sup> (Kubitza, 2000).

Em altas densidades de estocagem, pode haver a quebra do *status* social de dominância e subordinação, aumentando a homogeneidade de crescimento dos peixes (Alanärä & Brännäs, 1996). MacLean & Metcalfe (2001) observaram crescimento heterogêneo em salmão do Atlântico, *Salmo salar*, onde um número reduzido de peixes estocados apresentou classes hierárquicas dominantes que consomem maior quantidade de alimento. Ao mesmo tempo, as altas densidades levam à redução do crescimento e às altas taxas de mortalidade (El-Sayed, 2002). Quando existe grande concentração de peixes, os compostos tóxicos na água, prejudiciais a seu conforto (e.g. teor de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica), se acumulam, tornando o meio ambiente mais propício para o desenvolvimento de microorganismos patogênicos (Pavanelli et al., 1998). Ocorre ainda a competição por oxigênio e espaço nesse sistema, fator crucial na produção de alevinos, além de causar altos níveis de estresse (Barcellos et al., 1999).

Recomenda-se para inversão sexual da tilápia-do-Nilo a densidade de estocagem de três a cinco PL L<sup>-1</sup> quando utilizadas gaiolas com tela de nylon (Popma & Lovshin, 1996) e 1.000 PLm<sup>-2</sup> em tanques de concreto, sendo que o aumento do número de peixes estocados induz à melhora na eficiência de inversão sexual - apesar de diminuir a taxa de sobrevivência e crescimento (Vera-Cruz & Mair, 1994). Em sistemas com recirculação de água, a densidade de estocagem que proporcionou maior sobrevivência foi 3 PL L<sup>-1</sup> (El-Sayed, 2002), mas o crescimento dos peixes foi inversamente proporcional ao aumento da densidade.

O objetivo deste estudo, portanto, é avaliar, por meio dos índices zootécnicos, a eficiência e as diferentes densidades de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-Nilo da linhagem tailandesa, durante a fase de inversão sexual, mantidas em sistema de gaiolas ("hapas").

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Pólo Vale do Ribeira, no município de Pariquera-Açu (SP)

Após a absorção do saco vitelínico, as 6 mil PL de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade tailandesa, foram estocadas em 12 gaiolas, nas densidades de 1, 3, 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições, sendo o período experimental de 30 dias.

As gaiolas foram confeccionadas em tela de nylon (tipo mosquiteiro), com 1,0mm de abertura de malha e dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,75m (volume útil de 125L), e instalados dentro de um viveiro de terra (200m<sup>2</sup>). A renovação da água das gaiolas foi constante, sendo composta por moto-bomba centrífuga (1,0 cv), que conduzia a água do próprio viveiro para cada gaiola por meio de tubulação de PVC (vazão 150L h<sup>-1</sup>).

As biometrias foram realizadas no início e após 30 dias, medindo-se o comprimento total (paquímetro) e a massa (precisão de 0,001g). Também foram estimados a taxa de sobrevivência e o fator condição geral (K) dos peixes no final do período experimental.

As PL foram alimentadas com ração comercial farelada (48% proteína bruta) cinco vezes ao dia, *ad libitum* (8h, 11h, 13h, 15h e 17h). A adição do hormônio masculinizante na dieta foi realizada de acordo com Guerrero (1982): 60mg de 17 $\alpha$ -metiltestosterona kg<sup>-1</sup> de ração.

Os peixes foram mantidos no sistema de gaiolas mais 30 dias após o período de inversão sexual para atingir média de 4cm de comprimento, a qual possibilita a sexagem por meio das análises

das gônadas pela metodologia de Aceto-Carmin Squash (Guerrero & Shelton, 1974).

Os parâmetros avaliados foram massa final (g), comprimento final (cm), taxa de crescimento específico [(ln massa no tempo 1 - ln peso no tempo 0) / tempo], coeficiente de variação da massa (CV massa, %), coeficiente de variação do comprimento total (CV ct, %), biomassa final (g), fator de condição de Fulton (Le Cren, 1951), taxa de sobrevivência (%) e eficiência da inversão sexual (%).

As variáveis físicas e químicas da água avaliadas semanalmente foram oxigênio dissolvido (oxímetro digital YSI - 550A), pH (medidor de pH digital), alcalinidade total (titulação), dureza, amônia (*kit Labcon test*) e diariamente a temperatura máxima e mínima (termômetro de mercúrio).

Os dados foram analisados por meio da ANOVA e dos testes de regressão e de Tukey. Já os dados em porcentagem da taxa de eficiência de inversão sexual foram analisados pelo teste de qui-quadrado (Mendes, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físicas e químicas da qualidade de água não mudaram entre as gaiolas e apresentaram médias de: oxigênio dissolvido 3,12 Desvio-Desvio-Padrão-DP=1,26mg L<sup>-1</sup>; pH 7,23, DP=0,41; alcalinidade 84,20, DP=3,22mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>; dureza 68,63 DP=3,21mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>; amônia abaixo de 0,25mg L<sup>-1</sup> e temperatura de 28,66, DP=6,32°C.

As médias das massas finais individuais dos peixes foram inversamente proporcionais às densidades de estocagem, com efeito quadrático (Figura 1), sendo que a densidade de 1PL L<sup>-1</sup> apresentou maiores valores de crescimento em massa quando comparada aos demais tratamentos (*p*<0,05).

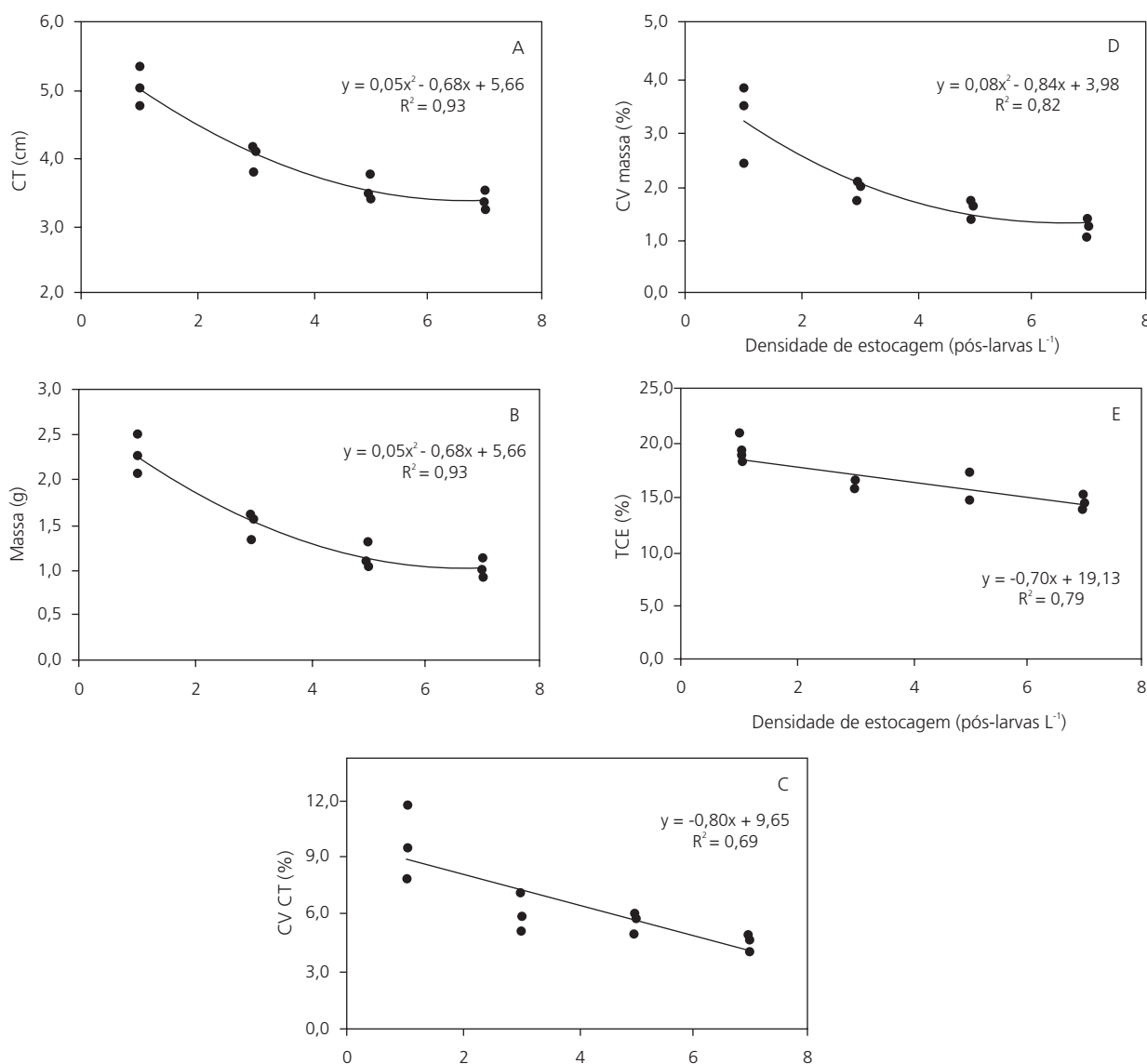
El-Sayed (2002) obteve a mesma tendência de redução da massa final individual utilizando densidades de estocagem de 3, 5, 10, 15 e 20 pós-larvas L<sup>-1</sup>. Este fator é o mais influenciado pela densidade de estocagem e o produtor pode conseguir um peixe maior em menos tempo. No entanto, há necessidade de maior espaço em volume do sistema de criação, o que pode não compensar economicamente o maior ganho em massa.

Um dos fatores que podem ocasionar redução no ganho em massa é o estresse em altas densidades de estocagem que, dependendo do grau e intensidade do crescimento, pode prejudicar permanentemente o desempenho futuro (Mélard *et al.*, 1997).

Na densidade de 1 PL L<sup>-1</sup>, ocorreram as maiores médias de comprimento total e, as menores, nas densidades de 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>. Houve efeito quadrático na regressão dos dados (Figura 1) demonstrando que, quanto maior a densidade de estocagem

de PL de tilápia-do-Nilo na fase de inversão sexual, menor é o desenvolvimento em comprimento total das mesmas, corroborando com os relatos de Huang & Chiu (1997) para PL com comprimento total inicial médio de 34,29 cm mantidas em diferentes densidades de estocagem (0,1; 0,2; 0,8; 1,6; 3,2 PL L<sup>-1</sup>) durante dez semanas.

Os coeficientes de variação da massa e comprimento foram superiores nos peixes criados na densidade de 1 PL L<sup>-1</sup> e não diferiram entre os demais



**Figura 1.** Valores médios do comprimento total final.

Nota: (A); massa final individual (Massa) (B); coeficiente de variação do comprimento total (CV ct) (C); coeficiente de variação da massa (CV massa) (D); taxa de crescimento específico (TCE) (E) das pós-larvas de tilápia-do-tilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em diferentes densidades em sistema de gaiolas.

tratamentos, demonstrando que o maior espaço existente propiciou maior variação, provavelmente, devido ao comportamento de dominância de alguns peixes. As maiores densidades de estocagem podem ter provocado a quebra do *status* social de dominância, permitindo que todos os peixes se alimentassem e crescessem de maneira uniforme. No entanto, Cavero *et al.* (2003) e Brandão *et al.* (2004), estudando o pirarucu (*Arapaima gigas*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) respectivamente, não observaram diferenças na variação dos CV do comprimento com o aumento da densidade de estocagem.

Também foi observado o efeito quadrático dos valores do CV para massa e linear do CV para comprimento (Figura 1), decrescentes em relação à densidade de estocagem. Apesar do menor crescimento dos peixes nas maiores densidades, a padronização do lote pode ser benéfica ao produtor de alevinos, por reduzir a mão de obra na separação dos peixes.

Os valores médios do fator de condição (1,80, DP=0,01; 1,70, DP=0,02; 1,94, DP=0,44 e 1,64, DP=0,11, para 1, 3, 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>, respectivamente) não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos ( $p \geq 0,05$ ). Huang & Chiu (1997) estudando tilápia-do-Nilo encontraram valores de 2,00 a 3,30 com 70 dias de criação, valores superiores aos do presente estudo. O estresse pode ser a causa deste resultado, pois as gaiolas foram instaladas nos primeiros 45cm do viveiro, onde há grandes influências ambientais, ocasionando mudanças bruscas nos valores de temperatura da água. Portanto, o sistema de gaiolas em viveiros escavados parece apresentar desvantagens em relação ao sistema utilizado em laboratório (*indoor*) com controle dos fatores ambientais.

A biomassa total final (44,29, DP=6,27; 59,01, DP=15,01; 81,16; DP=30,72 e 71,88, DP=13,26g, para 1, 3, 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>, respectivamente) não foi influenciada pelo aumento da densidade de estocagem dos peixes ( $p \geq 0,05$ ). Apesar do maior número de animais nos tratamentos com densidades maiores, o crescimento em massa individual menor (Figura 1) ocasionou biomassa total semelhante às demais densidades testadas.

A taxa de crescimento específico mostra o maior porcentual diário na menor densidade (1 PL L<sup>-1</sup>), sendo que a regressão polinomial de segundo grau demonstra que, conforme a densidade de estocagem (1 a 7 PL L<sup>-1</sup>) aumenta, o crescimento diário é reduzido. El-Sayed (2002) também observou esta mesma tendência de redução na porcentagem diária de crescimento quando a densidade de estocagem foi elevada.

A taxa de sobrevivência (95,47, DP=2,31; 96,80, DP=4,53; 89,81, DP=2,57 e 81,25, DP=1,91%, para 1, 3, 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>, respectivamente) não apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) com o aumento da densidade de estocagem, pois a qualidade da água, fator importante, manteve-se semelhante nas gaiolas devido ao sistema de recirculação. Esses valores foram adequados segundo Popma & Lovshin (1996). Embora não tenham ocorrido diferenças significativas, nota-se uma leve tendência de menor percentuais de sobrevivência na densidade de estocagem de 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>. Vera-Cruz & Mair (1994) observaram menores taxas de sobrevivência quando utilizaram densidades de 6 e 10 PL L<sup>-1</sup> sendo os valores de 76,1% e 68,9%, respectivamente.

Os percentuais de machos determinados por meio da análise das gônadas foram de 95,1%, 98,3%, 95,0% e 96,6%, para 1, 3, 5 e 7 PL L<sup>-1</sup>, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. Já Vera-Cruz & Mair (1994) obtiveram maior eficiência da inversão utilizando 6 PL L<sup>-1</sup> (96,7%) do que na densidade de 2 PL L<sup>-1</sup> (91,2%) em sistema de gaiolas, mostrando que a presença de plâncton na água provavelmente tenha reduzido o consumo de ração suplementada com o hormônio masculinizante.

A causa da redução do crescimento em massa e comprimento e do aumento no coeficiente de variação é difícil de ser determinada, pois segundo Barton & Iwama (1991) vários fatores podem influenciar quando se submete o peixe às diferentes densidades: mudanças no estresse metabólico, consumo de alimento, interação social, alteração nos hormônios, enzimas e fatores de crescimento. O conjunto destes acarreta grandes mudanças no desempenho produtivo do animal e, portanto, pode levar a diferentes respostas de crescimento. Além disso, os

peixes submetidos a altas densidades de estocagem por longos períodos podem sofrer estresse crônico, o que reduz o crescimento, pois a energia consumida na dieta e as reservas corporais são mobilizadas para as alterações fisiológicas (Kebus et al., 1992).

## CONCLUSÃO

O aumento na densidade de estocagem de 1 até 7 PL L<sup>-1</sup> influencia negativamente o crescimento das pós-larvas de tilápia-do-Nilo. No entanto, melhora a uniformidade de tamanho do lote sem interferir nas taxas de sobrevivência e inversão sexual.

## AGRADECIMENTOS

Aos funcionários Edilberto Rufino de Almeida e Benedito Santos Aguiar e aos estagiários Thaís Gornati Gonçalves, Milena R. Koki, Juliana Campana e Franciele dos Santos pelo auxílio na condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

- Alanärä, A. & Brännäs, E. (1996). Dominance in demand feeding behavior in Arctic char and rainbow trout: the effect of stocking density. *Journal of Fish Biology*, 48 (2):242-4.
- Barcellos, L.J.G.; Nicolaiewsky, S.; Souza, S.M.G. & Lulhier, F. (1999). The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture Research*, 30:887-92.
- Barton, B.A. & Iwama, G.K. (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Reviews of Fish Disease*, 10:3-26.
- Brandão, R.F.; Gomes, L.C.; Chagas, E.C. & Araújo, L.D. (2004). Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(4):357-62.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L. & Crescêncio, R. (2003). Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(1):103-7.
- El-Sayed, A.M. (2002). Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *Aquaculture*, 33:621-6.
- Guerrero, R.D. & Shelton, W.L. (1974) An aceto-carmin squash method for sexing juvenile fishes. *The Progressive Fish-Culturist*, 36(1):56.
- Guerrero, R.D. (1975). Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 104(2): 342-8.
- Guerrero, R.D. III (1982). Control of tilapia reproduction. In: Pullin, R.S.V. (Ed.). *The biology and culture of tilapias*. Manila: ICLAM.
- Huang, W.B. & Chiu, T.S. (1997). Effects of stocking density on survival, growth, size, variation, and production of *Tilapia fry*. *Aquaculture Research*, 28:165-73.
- Kebus, M.J.; Collins, M.T.; Browfield, M.S., Amundson, C.H.; Kayes, T.B. & Malison, J.A. (1992). Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 4:1-6.
- Kubitza, F. (2000). *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: Sinau. (2006). Disponível em: <<http://200.198.202.145/seap/sinau/produção.htm>>. (acesso: 13 mar. 2007).
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20:201-19.
- Lovshin, L.L. (1997). Tilapia farming? A growing worldwide aquaculture industry. *Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Peixes*, Colégio Brasileiro de Nutrição Animal Campinas. 1997. p.137-64.
- MacLean, A. & Metcalfe, N.B. (2001). Social status, access to food, and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 58(5):1331-46.
- Mélar, C.; Baras, E. & Despez, D. (1997). Compensatory growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. In: Fitzsimmons, K. (Ed.). *Tilapia aquaculture. Proceeding of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture 1997*, Orlando. p.132-43.
- Mendes, P.P. (1999). *Estatística aplicada à aquicultura*. Recife: Editora Bagaço.
- Pavanelli, G.C.; Eiras, J.C. & Takemoto, R.M. (1998). *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá.
- Popma, T.J. & Lovshin, L.L. (1996). *Worldwide prospects for commercial production of tilapia*. Auburn: Auburn International Center of Aquaculture. Research and Development Series, 41.
- Sistema de informação das autorizações de uso das águas de domínio da União para fins de aquicultura. (2006). Disponível em: <<http://200.198.202.145/seap/sinau/produção.htm>>. (acesso: 13 mar. 2006).
- Vera-Cruz, E.M. & Mair, G.C. (1994). Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 122: 237-48.

Recebido em: 31/10/2008

Versão final reapresentada em: 22/4/2009

Aprovado em: 27/5/2009