

Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway”

Paulo César Silva^{1*}, Sérgio do Nascimento Kronka², Lúcia Helena Sipaúba Tavares³ e Valéria Leão Souza¹

¹Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Campus II, C.P. 131, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. ²Departamento de Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Centro de Aqüicultura da Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: pcsilva@vet.ufg.br

RESUMO. Avaliou-se o desempenho produtivo dos alevinos de tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus* L.) (Perciformes Cichlidae) estocados nas densidades de 90, 120 e 150 peixes/tanque, em 24 tanques circulares com 0,5 m³, em duas trocas totais de água (30 e 60 minutos), no sistema “raceway”. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, para análise dos dados. Após 128 dias, o peso final e o ganho de peso foram superiores na maior troca de água e menor densidade; a conversão alimentar não alterou significativamente; a biomassa total aumentou com o aumento da renovação de água e densidade de estocagem de 120 e 150 peixes/m³; a taxa de crescimento específico aumentou na maior renovação da água; os rendimentos de filé e de carcaça diminuíram com a menor troca de água nas maiores densidades de estocagem. Os melhores resultados ocorreram com troca total de água em 30 minutos, nas densidades de estocagem de 120 e 150 peixes/m³.

Palavras-chave: produção, alto fluxo de água, taxa de lotação, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT. Productive performance of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in tanks with different water exchanges and stocking density in raceway. Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. (Perciformes Cichlidae) fingerlings were stocked at 90, 120 and 150 fishes in 24 circular tanks (0,5 m³), submitted to two full water exchanges, in a 30 and 60 minutes, in raceway system, to evaluate productive performance. The performance results were analyzed through a completely randomized design, in a 3x2 factorial scheme. After 128 days, the final weight and the weight gain were higher in larger water exchange and lower stocking density. The feed conversion ratio with non-significant statistical differences. The total biomass increased with the water exchange and stocking density increasing for 120 and 150 fishes/m³; the specific growth ratio increased with water exchange increasing; the fillet yield and the carcass yield decreased significantly with lower water exchange and bigger stocking density. In this research, it was concluded that the best performance parameters were obtained with full water exchange in 30 minutes, at bigger stocking densities.

Key words: production, high water-flow, high density, *Oreochromis niloticus*.

Introdução

O sistema intensivo “raceway” de produção de peixes se baseia no princípio da alta troca de água, em tanques circulares, retangulares ou de outros formatos (Rakocy, 1995 e Kubitzka, 2000), possibilitando arrastar os resíduos gerados (fezes e ração), mantendo adequada qualidade de água, especialmente as concentrações de oxigênio dissolvido e amônia (Lovshin, 1997; Muir *et al.*,

2000), permitindo melhor manejo, controle da criação e máxima produção por área.

Este sistema teve início há mais de cem anos, nos Estados Unidos, com a criação de trutas (Soderberg, 1995). No mesmo país, nos anos de 1970 iniciou-se a criação do bagre de canal, *Ictalurus punctatus* (Allen, 1974; Broussard e Simco, 1976). Posteriormente, a técnica se estendeu para alguns países asiáticos, especialmente para a fase de alevinagem (Hanafi *et al.*, 1989).

Em Israel, alguns países das Américas Central e do Sul (Jamaica, Costa Rica, Honduras, Equador e

Colômbia), Arábia Saudita e África do Sul, algumas pesquisas têm sido conduzidas e projetos comerciais desenvolvidos para viabilizar a produção de tilápias no sistema de alto fluxo de água (Visser e Iosifov, 1995; Muir et al., 2000).

Embora esteja em fase de desenvolvimento no Brasil, a riqueza em água de boa qualidade, sobretudo com temperatura ideal, a existência de espécies adaptáveis ao sistema e à disponibilidade de matéria prima para confecção de rações a custos mais econômicos, ensejam a realização de pesquisas para viabilizar, técnica e economicamente, a produção de peixes com alto fluxo de água.

A tilápia, por ser uma espécie resistente ao superpovoamento, às doenças e ao manejo (Muir et al., 2000; Kubitz, 2000), por seu reconhecido valor comercial e gastronômico em nível mundial (Fitzsimmons, 2000), apresenta condições favoráveis para o cultivo em “raceway”.

Segundo Balarin e Haller (1983), a tilápia pode atingir produções anuais entre 100 e 200 kg/m³ quando o fluxo de água é de 0,5 a 1,0 L/kg de peixe por minuto. De acordo com Kubitz (2000), de uma a vinte trocas totais de água podem ser efetuadas por hora na criação de tilápias em “raceway”. Lovshin (1997) relatou que tilápias com peso inicial de 20 a 30 g, estocadas de 70 a 200 peixes/m³, quando bem nutridas, em água de boa qualidade, podem atingir de 450 a 500 g em 150 dias.

Índices de conversão alimentar aparente, próximos da unidade, obtidos com dietas bem processadas, nutricionalmente balanceadas e com manejo alimentar adequado, tendem a maximizar a produção e o lucro, minimizando as perdas de nutrientes sob forma de metabólitos e o impacto ambiental dos sistemas intensivos de criação (Kubitz, 1997).

Devido à escassez de informações sobre o sistema “raceway” no Brasil, a densidade de estocagem, a taxa de renovação da água e o tratamento dos efluentes são fatores que requerem maiores investigações em curto prazo, por serem relevantes para a obtenção de altas produtividades com sustentabilidade. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de duas taxas de trocas totais da água e três densidades de estocagem sobre os parâmetros de desempenho produtivo da tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus* L. (Perciformes Cichlidae).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de

Goiás (EV/UFG), no período compreendido entre 16 de novembro de 1999 a 23 de março de 2000 (128 dias).

Foram utilizados vinte e quatro tanques circulares de polietileno com capacidade de 1000 L (1 m³) cada, foram adequados ao sistema de criação intensiva tipo “raceway”, providos de fluxo individual de água, com registros e tubulações que permitiam controlar a vazão de abastecimento, de acordo com a programada para cada tratamento. O nível da água foi regulado para manter 500 L por caixa. O sistema de escoamento de fundo e central permitiu o auto-sifonamento dos resíduos depositados, por tubo plástico com curva de 90° externa, com tela interna. Para completar o sifonamento dos resíduos, diariamente os tubos de drenagem eram dobrados, até que a água de saída estivesse limpa. Os tanques, instalados a céu aberto, foram cobertos com tampa recortada e telada em 40,0% da área, para sombrear parcialmente, evitar predadores e conter os peixes.

A água proveniente de uma represa a montante, que abastece o Setor de Piscicultura da EV/UFG, passava por decantação e filtro de brita. Antes de ser liberada para a natureza, a água efluente de todos os tanques experimentais passou por um viveiro medindo 20,0 m x 10,0 m x 1,4 m, povoado com 200 alevinos de tilápia do Nilo, com o objetivo de decantar e retirar parte dos metabólitos da criação.

Foram utilizados 1440 alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem tailandesa, revertidos, com peso próximo a 20 g. Esses animais passaram por um período de adaptação de sete dias nos tanques experimentais. Em 16/11/1999 todos foram pesados para obtenção do peso médio inicial.

Os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada, com 4,0mm de diâmetro e com os seguintes níveis de garantia: proteína bruta = 35,%, fibra bruta = 8,%, matéria mineral = 15,%, extrato etéreo = 4,%, umidade = 10,%, cálcio = 3,5% e fósforo = 0,7%. Nos primeiros quinze dias, a ração foi triturada para facilitar o consumo pelos alevinos. O alimento foi fornecido três vezes ao dia: às 08h, às 12h30min e às 16h30min, à vontade, até que os peixes atingissem a saciedade, sete dias na semana, determinando-se a ração fornecida no período experimental, para cálculo da conversão alimentar.

As pesagens iniciais e finais foram feitas individualmente para todos os peixes. Os cálculos para as características de desempenho foram feitos para cada tanque, somente com os dados da primeira e última pesagem dos peixes. Foram determinados: peso inicial (g); peso final (g); ganho de peso (g);

biomassa total (kg); conversão alimentar aparente (consumo de ração ÷ ganho em biomassa); taxa de crescimento específico (%/dia) e taxa de eficiência protéica, de acordo com Hepher (1988); taxa de sobrevivência (%); rendimento de carcaça (%) e rendimento de filé (%), segundo Contreras (1994), determinados com 15% dos peixes retirados aleatoriamente de cada tanque.

A temperatura da água dos tanques foi aferida diariamente, às 7h30min e 16h (termômetro com bulbo de mercúrio). Foram determinados ainda: oxigênio dissolvido, pelo método de Winkler, e alcalinidade total, segundo Golterman *et al.* (1978); pH (peagômetro HACH/43800-00); ortofosfato, amônia não ionizada, nitrito e nitrato pelo espectrofotômetro HACH DR/2000 (Hach, 1993).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, com três densidades de estocagem (90, 120 e 150 peixes por tanque) e dois tempos para a troca total da água dos tanques, em 60 minutos (500 L/h) e em 30 minutos (1000 L/h), com quatro repetições, sendo cada tanque uma unidade experimental. Assim, foram constituídos os seguintes tratamentos:

- A = 90 peixes por m³ x 60 minutos
- B = 120 peixes por m³ x 60 minutos
- C = 150 peixes por m³ x 60 minutos
- D = 90 peixes por m³ x 30 minutos
- E = 120 peixes por m³ x 30 minutos
- F = 150 peixes por m³ x 30 minutos

Os resultados obtidos para desempenho dos peixes foram submetidos a análises de variâncias e testes de comparação de médias (Tukey a 5%), conforme Banzatto e Kronka (1995).

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + T_j + DT_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = valor da parcela com Densidade de estocagem

i , Troca de água j e repetição k

($i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4$);

μ = média populacional;

D_i = efeito da Densidade de estocagem i ;

T_j = efeito da Troca de água j ;

DT_{ij} = efeito da interação entre a Densidade de estocagem i , e a Troca de água j ;

ε_{ijk} = erro experimental.

Resultados

Durante o período experimental foram obtidos valores na faixa de 1,4 a 5,2 mg/L para oxigênio dissolvido; pH de 6,1 a 6,9; alcalinidade total de 18,0

a 23,0 mg/L; amônia (N-NH₃) de 0,004 a 0,015 mg/L; nitrito (N-NO₂) de 0,04 a 0,31 mg/L; nitrito (N-NO₂) de 0,002 a 0,02 mg/L e ortofosfato (PO₄⁻³) de 0,08 a 0,92 mg/L. As médias mensais de temperatura ambiente oscilaram entre 23° e 26°C pela manhã e 25° e 31°C à tarde. Todos os parâmetros analisados mantiveram-se dentro da faixa limite para a criação de tilápias, com exceção dos valores obtidos para oxigênio dissolvido, no final do experimento, os quais estavam abaixo do mínimo recomendado (4,0 mg/L) por Sipaúba-Tavares (1995).

Os resultados obtidos no presente estudo revelaram que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores densidade de estocagem e troca de água, para peso inicial, peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica e taxa de sobrevivência da tilápia nilótica (Tabela 1). O peso inicial foi significativamente maior ($p < 0,05$) para os peixes colocados em tanques onde a troca total da água ocorreu em 60 minutos, sem alteração ($p > 0,05$) entre as diferentes densidades de estocagens. Em função desta resposta, foram realizadas análises de covariância para todas as outras variáveis, considerando-se o peso inicial como variável auxiliar.

Tabela 1. Valores médios obtidos da análise de variância para peso inicial (PI), e da análise de covariância para peso final (PF), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência protéica (TEP) e taxa de sobrevivência (TS) da tilápia nilótica em diferentes densidades e trocas de água, com interação não significativa entre os fatores estudados

Variável	Troca de água (min.)	Dens. de estocagem (peixes/m ³)			Média
		90	120	150	
PI (g)	30	23,93	23,75	22,33	23,33 B
	60	24,98	23,98	23,93	24,29 A
	Média	24,45 a	23,86 a	23,12 a	
*C.V. = 4,64 %					
PF (g)	30	585,95	546,05	519,55	550,52 A
	60	408,10	367,77	319,28	365,05 B
	Média	497,03 a	456,91 ab	419,41 b	
C.V. = 7,41 %					
GP (g)	30	562,14	522,23	495,74	526,70 A
	60	384,29	343,96	295,46	341,24 B
	Média	473,21 a	433,10 ab	395,60 b	
C.V. = 7,81 %					
CAA	30	1,31	1,17	1,24	1,24 A
	60	1,22	1,28	1,33	1,28 A
	Média	1,26 a	1,22 a	1,29 a	
C.V. = 7,41 %					
TEP (g/g)	30	2,29	2,58	2,43	2,44 A
	60	2,51	2,42	2,37	2,43 A
	Média	2,40 a	2,50 a	2,40 a	
C.V. = 6,88 %					
TS (%)	30	93,88	98,75	88,33	93,65 A
	60	97,23	94,98	94,33	95,51 A
	Média	95,55 a	96,86 a	91,33 a	
C.V. = 5,62 %					

* C.V. = coeficiente de variação; Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, e maiúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Os valores de peso final e ganho de peso foram mais altos ($p < 0,05$) quando a troca total da água foi realizada em 30 minutos nas densidades de 90 e 120

peixes/m³ e, independente da troca de água, diminuíram com o aumento da densidade de estocagem, mas só houve diferença significativa ($p < 0,05$) na comparação das densidades de 90 e 150 peixes/m³. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os fatores para conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica e taxa de sobrevivência.

A interação entre os fatores densidade de estocagem e troca total da água foi significativa ($p < 0,05$) para biomassa total, taxa de crescimento específico e rendimento de carcaça e de filé (Tabela 2). A troca de água em 30 minutos resultou em maior ($p < 0,05$) biomassa total nas três densidades. Entretanto, as melhores taxas de crescimento específico foram encontradas quando a troca de água foi realizada em 30 minutos ($p < 0,05$), sendo semelhantes em todas as densidades de estocagem ($p > 0,05$). Os valores para taxa de crescimento específico foram semelhantes em todas as densidades de estocagem ($p > 0,05$) na maior troca de água (30 minutos). Entretanto, quando a troca total de água foi realizada em 60 minutos, a menor taxa de crescimento específico ($p < 0,05$) foi obtida na densidade de 150 peixes/m³. Os melhores rendimentos de filé observados nos tanques com troca total de água em 30 minutos, ocorreram nas densidades de 120 e 150 peixes/m³ ($p < 0,05$), enquanto na menor troca de água (60 minutos) o maior valor foi obtido na densidade de 90 peixes/m³ ($p < 0,05$). O rendimento de carcaça foi semelhante ($p > 0,05$) na maior troca de água (30 minutos), enquanto na menor troca de água (60 minutos) o rendimento de carcaça foi maior ($p < 0,05$) para a densidade de 90 peixes/m³ em relação à densidade de 120 peixes/m³, não diferindo em relação à densidade de 150 peixes/m³.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores densidade de estocagem e troca de água para biomassa total (BT), taxa de crescimento específico (TCE), rendimento de filé (RF) e rendimento de carcaça (RC) da tilápia do Nilo

Variável	Troca de água (min.)	Densidade de estocagem (peixes/m ³)		
		90	120	150
BT (kg)	30	24,71 Ab	32,31 Aa	33,90 Aa
*C.V. = 6,11 %	60	17,83 Bb	20,98 Ba	22,61 Ba
TCE (%/dia)	30	2,30 Aa	2,25 Aa	2,25 Aa
C.V. = 2,44 %	60	2,09 Ba	2,00 Ba	1,88 Bb
RF (%)	30	32,04 Bb	34,22 Aa	34,19 Aa
C.V. = 3,02 %	60	35,02 Aa	32,29 Bb	31,30 Bb
RC (%)	30	50,39 Ba	53,15 Aa	53,24 Aa
C.V. = 3,01 %	60	53,48 Aa	50,35 Bb	50,54 Bab

* C.V. = coeficiente de variação; Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, e maiúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Discussão

Neste estudo, as respostas obtidas para peso final e ganho de peso foram cerca de 50,0% superiores

quando a troca de água foi maior (30 minutos), e aproximadamente 9,0% inferiores a cada aumento da densidade de estocagem, independente da troca de água (Tabela 1). Diminuições no peso médio (de 122,4 para 87,4g) da tilápia do Nilo estocada na densidade de 64 peixes/m³ à medida que a troca de água foi reduzida (de 2,6 para 24 horas), durante 98 dias, também foram observadas por Siddiqui et al. (1991). Entretanto, Visser e Iosifov (1995) obtiveram aumentos nos valores de peso médio (de 193,5 a 360,7 g) diretamente proporcionais aos aumentos da troca de água e das densidades de estocagem (de 10 a 90 peixes/m³) para *Oreochromis mossambicus*, durante 200 dias.

Menores pesos finais foram encontrados por Souza et al. (1996) e Bernardes et al. (1998) para tilápia do Nilo, e por Pádua et al. (1998) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), com o aumento da densidade de estocagem. Isto pode ser atribuído às condições ambientais inadequadas, frequência alimentar e competição entre os indivíduos (Souza et al., 1996; Bernardes et al., 1998). Apesar de a maioria dos parâmetros ambientais ter permanecido dentro da faixa tolerável para a espécie, a redução do peso médio e do ganho de peso pode ser atribuída à queda gradativa dos níveis de oxigênio dissolvido até o final deste estudo.

A utilização de alimentos de alta qualidade e adequada estratégia alimentar, enseja o aumento da produção por unidade de área e da receita líquida com melhor conversão alimentar e menor potencial poluente (Kubitza, 1997). Com efeito, as médias obtidas para conversão alimentar aparente, neste estudo, foram bem próximas da unidade (Tabela 2). Respostas semelhantes, utilizando ração extrusada para tilápias, foram obtidas por Suresh e Lin (1992) e Kubitza e Halverson (dados não publicados) citados por Kubitza (1997). Por outro lado, quando foram utilizadas rações peletizadas, observaram-se valores de 1,7 a 2,3 para *O. niloticus* (Siddiqui et al., 1991), de 1,3 a 2,8 para tilápia híbrida (Mires e Amit, 1992) e de 1,9 a 3,1 para *O. mossambicus* (Visser e Iosifov, 1995).

Sarig e Arieli (1980) afirmaram que o aumento da densidade de estocagem da tilápia piora a conversão alimentar, contrariando os resultados obtidos por Bernardes et al. (1998), Pádua et al. (1998) e Silva et al. (2000), que revelaram melhora na conversão com o aumento da densidade de estocagem para a tilápia do Nilo, o pacu e a tilápia vermelha, respectivamente. Neste estudo, os resultados mostraram que os índices de conversão alimentar não foram significativamente afetados, tanto pela densidade de estocagem quanto pela troca

de água (Tabela 1), concordando com D'Silva e Maughan (1996) que também não observaram aumento significativo deste parâmetro, nas densidades de uma a 12 tilápias/m³. Outro fator que pode ter contribuído para melhorar a conversão alimentar foi o arraçoamento em três vezes ao dia, concordando com Jarboe e Grant (1997) que obtiveram melhora de 15,0% neste parâmetro, para o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), com o aumento na frequência alimentar de uma para duas vezes ao dia.

A taxa de eficiência protéica não foi afetada pela densidade de estocagem nem pela troca de água (Tabela 1), enquanto Silva *et al.* (2000) observaram aumento deste parâmetro com o aumento da densidade de estocagem. Valores de 0,8 a 1,3 para tilápia do Nilo e 1,4 a 1,8 para tilápia vermelha foram notados por Bernardes *et al.* (1998) e Silva *et al.* (2000), respectivamente. Entretanto, Abdelghany (2000) e Souza *et al.* (2000) encontraram valores de 2,90 e 2,80, respectivamente, para a tilápia do Nilo. Diminuições nos valores da taxa de eficiência protéica foram observadas por Vidal Jr. *et al.* (1998) para tambaqui e Abdelghany (2000) para tilápia nilótica, com o aumento dos teores de proteína bruta da ração.

Nos sistemas intensivos de produção, os principais fatores determinantes da taxa de sobrevivência são: densidade de estocagem, qualidade da água, estado nutricional, enfermidades e ataques de predadores (Beveridge, 1987; Sipaúba-Tavares, 1995).

Neste estudo, as condições gerais favoreceram a obtenção de taxas satisfatórias de sobrevivência. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os níveis dos fatores, observou-se tendência de diminuição desta taxa quando a densidade de estocagem foi de 150 peixes/m³ e a troca de água realizada em 30 minutos (Tabela 1). Isto pode ser atribuído às menores concentrações de oxigênio dissolvido (1,4 mg/L) encontradas neste tratamento, especialmente no último mês da pesquisa. Entretanto, Pádua *et al.* (1998) obtiveram taxas de sobrevivência significativamente menores com a diminuição da troca total de água e aumento da densidade de estocagem do pacu (*P. mesopotamicus*). Taxas de sobrevivências menores (85,0%) foram observadas por Bernardes *et al.* (1998) para tilápia nilótica, embora não tivessem sido encontradas diferenças significativas com o aumento da densidade de estocagem.

Os maiores valores para biomassas totais foram encontrados nas densidades de 120 e 150 peixes/m³, com troca total de água em 30 minutos (Tabela 2),

sendo que, extrapolados para kg/m³ resultam em 64,62 e 67,80, respectivamente, valores que se encontram dentro do limite da capacidade de produção de tilápia no sistema "raceway" (60 a 200 kg/m³), relatado por Lovshin (1997) e Kubitza (2000), desde que a troca de água consiga manter níveis adequados de oxigênio e amônia. Para Rakocy (1995) o fluxo de água de 23 a 46 L/minuto para 45 kg de tilápia é suficiente para manter a boa qualidade da água. A influência da renovação da água no mesmo sistema, para produção de tilápia, também foi evidenciada por Siddiqui *et al.* (1991) e Visser e Iosifov (1995).

As taxas de crescimento específico encontradas neste estudo apresentaram tendência de queda com o aumento da densidade de estocagem dos peixes, concordando com Bernardes *et al.* (1998) e Pádua *et al.* (1998). Por outro lado, este parâmetro foi fortemente influenciado pela troca de água, sendo significativamente superior na maior troca (30 minutos), de forma semelhante ao encontrado por Siddiqui *et al.* (1991) e Pádua *et al.* (1998).

O rendimento de filé da tilápia depende de fatores diversos, entre eles: condição corporal e tamanho do peixe, método de filetagem e habilidade técnica do filetador (Kubitza, 2000). Neste estudo, a maior média para rendimento de filé foi encontrada na densidade de 90 peixes/m³, na troca de água total de 60 minutos (Tabela 2), estando dentro da faixa obtida por Souza *et al.* (1999) para a mesma espécie (de 32,9% a 36,7%) com peso médio semelhante ao deste estudo, e inferior ao obtido por Souza *et al.* (2000) com tilápia de 375 g (37,1%). Entretanto, valores de 25,0% foram obtidos por Clement e Lovell (1994) para tilápias de 585 g, e de 29,3 a 30,5% por Lima *et al.* (2000) para tilápias com média de 289 e 327g, respectivamente, valores estes, inferiores aos menores observados neste estudo.

Segundo Contreras (1994), a carcaça dos peixes é composta apenas pelo tronco com pele e sem escamas, isto é, sem cabeça, vísceras e barbatanas. O rendimento de carcaça dos peixes seguiu a mesma tendência de variação observada para o rendimento de filé (Tabela 2). A maior média encontrada neste estudo superou o valor obtido por Clement e Lovell (1994) que foi de 51,0%, e superada pelos valores observados por Gurgel e Freitas (1972) citados por Contreras (1994) e Souza *et al.* (1999), que foram de 56,1% e 56,4%, respectivamente, para tilápia nilótica com pesos semelhantes. Para a mesma espécie, com pesos inferiores, 327 e 375g, foram encontrados rendimentos de 58,2% (Lima *et al.*, 2000) e 55,7% (Souza *et al.*, 2000).

Segundo Souza *et al.* (1999) no Brasil não existe padronização no método de filetagem e na categoria de peso, em função das espécies de peixes, sobre seus rendimentos. Provavelmente, a variação dos resultados para rendimento de filé está relacionada à forma de filetagem, que nem sempre é bem descrita nos trabalhos. Menores perdas em termos de rendimento de carcaça e de filé estão associadas à destreza do operador no ato da filetagem e retirada da pele, sugerindo a necessidade de treinamento e seleção de operadores para obtenção de melhores resultados (Ribeiro *et al.*, 1998; Souza *et al.*, 1999).

As análises, aos 128 dias, dos parâmetros físico-químicos da água do tanque de decantação (residência de 15,5 horas) mostraram concentrações dentro dos limites para serem liberadas para os corpos d'água (Sipaíba-Tavares, 1995; Kubitza, 1997) possibilitando a produção líquida de 48,8kg de tilápia nilótica, possivelmente através da biofiltração da matéria orgânica efluente dos tanques experimentais (Mires e Amit, 1992; Appelbaum e Volvich, 2000).

Neste estudo, as duas trocas de água foram constantes do início ao final do experimento, independente da biomassa. Para otimizar a utilização da água, futuras pesquisas sobre o sistema "raceway" devem contemplar trocas proporcionais à biomassa existente em cada tanque e sistemas de tratamento dos efluentes.

De acordo com os dados obtidos foi possível concluir que tanques submetidos à troca total de água em 30 minutos, estocados nas densidades de 120 e 150/m³, deram suporte para incrementar a produção de biomassa da tilápia nilótica (64,62 e 67,80 kg/m³, respectivamente), com pesos desejáveis pelo mercado consumidor (acima de 500 g).

Agradecimentos

Aos proprietários da Fazenda Lageado - Rubiataba, GO., pelo fornecimento dos alevinos, à Agência Goiana do Meio Ambiente, pelo auxílio nas análises de água, e às Rações Guabi Ltda., pela doação das rações, tornando possível a execução deste trabalho.

Referências

ABDELGHANY, A.E. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry, using formulated semi-purified diets. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000, v.1, p. 101-108.

ALLEN, K.O. Effects of stocking density and water exchange rate on growth and survival of channel catfish *Ictalurus punctatus* in circular tanks. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 4, n.1, p.29-39, 1974.

APPELBAUM, S.; VOLVICH, L. Use of Tilapia for improving water quality in intensive, integrated, circulatory fish culture systems. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000. p 299-302.

BALARIN, J.D.; HALLER, R.D. Commercial tank culture of tilapia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE. Program & Abstract. Nazareth, Israel, p. 111, 1983.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*, 3.ed., Jaboticabal: FUNEP, 1995.

BERNARDES, M.V.S. *et al.* Efeito da densidade de estocagem no desempenho produtivo da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantida em sistema de criação intensiva, tipo raceway, durante o inverno. *An. Esc.Agr. Vet. UFG*, Goiânia, v.28, n.2, p. 83-93, 1998.

BEVERIDGE, M.C.M. *Cage aquaculture*. Surrey, England: Fishing News Books, 1987.

BROUSSARD, M.C.; SIMCO, B.A. High density culture of channel catfish in a recirculating system. *Prog. Fish Cult.*, Bethesda, v.38, p. 138, 1976.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel cat fish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.119, p. 299-310, 1994.

CONTRERAS, E.G. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

D'SILVA, A.M.; MAUGHAN, O.E. Optimum density of red tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. urolepis hornorum* in a pulsed-flow culture system. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v.27, n.1, p. 126-129, 1996.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000. p 3-8.

GOLTERMAN, H.L. *et al.* *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. London: Blackweel Sci. Publ., IBP Handbook number 8. 214 p. 1978.

HACH. *DR/2000 spectrophotometer instrument manual and procedures*. Lovelando, Colorado: HACH Company, USA. 1993.

HANAFI, H.H. *et al.* Development of raceway nursery system of siakap (giant seaperch). *Proc. Fish. Res. Sem.* Kuala Lumpur. Jabatan Perikanan Malaysia. 1989, p. 122-140.

HEPHER, B. *Requirement for protein. I: Nutritional of pond fishes*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 175-216, 1988.

JARBOE, H.H.; GRANT, W.J. The influence of feeding time and frequency on the growth, survival, feed

- conversion and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, cultured in a three-tier, closed, recirculation raceway system. *J. Applied Aquac.*, Bighanton, v.7, n.1, p. 43-52, 1997.
- KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba, *Anais...* Campinas: CBNA, 1997. p. 63-101.
- KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiá: F. Kubitza, 2000.
- LIMA, M.B.S. *et al.* Farelo de milho (*Pennisetum americanum*) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para Tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: TILÁPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILÁPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000. p 120-124.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. *Anais...* Campinas: CBNA, 1997. p. 137-164.
- MIRES, D.; AMIT, Y. Intensive culture of tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds the Dekel Aquaculture system. *Israeli J. Aquac.*, Bamidgheh, v.44, n.3, p. 82-86, 1992.
- MUIR, J. *et al.* Production in intensive and recycle systems. In: BEVERIDGE, M.C.M., McANDREW, B.J. (eds.). *Tilapias: biology and exploitation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 405-445.
- PÁDUA, D.M.C. *et al.* Efeito da densidade de lotação e da renovação da água no desenvolvimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *An. Esc. Agr. Vet. UFG*, Goiânia, v.28, n.1, p. 29-42, 1998.
- RAKOCY, J.E. Tank culture of Tilapia. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication*, Alburn, n. 282, 4p., 1995.
- RIBEIRO, L.P. *et al.* Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis* spp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10, 1998, Recife. *Anais...* Recife, 1998. p. 773-778.
- SARIG, S.; ARIELI, Y. Growth capacity of tilapia in intensive culture. *Israeli J. Aquac.*, Bamidgheh, v.32, n.3, p.57-65, 1980.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1995.
- SIDDIQUI, A.Q. *et al.* Effects of water exchange on *Oreochromis niloticus* (L.) growth and water quality in outdoor concrete tanks. *Aquaculture*, Amsterdam, v.95, p. 67-74, 1991.
- SILVA, P.C. *et al.* Effect of stocking density on growth and fillet composition of tetra hybrid red Tilapia, Israeli Strain. In: TILÁPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILÁPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000. p 341-345.
- SODERBERG, R.W. *Flowing water fish culture*. Boca Raton: Lewig Publishers, 1995.
- SOUZA, M.L.R. *et al.* Efeito de diferentes sistemas de aeração e densidades de estocagem sobre o desempenho da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, Sete Lagoas. *Resumos...* Sete Lagoas, 1996, p. 140.
- SOUZA, M.L.R. *et al.* Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento de carcaça, filé e pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.28, n.1, p. 1-6, 1999.
- SOUZA, V.L. *et al.* Comparison of productiv performance of sex reversed male Nile Tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Thai Strain) and tetra hibrid red Tilapia (Israeli Strain). In: TILÁPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILÁPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro, 2000. p 83-87.
- SURESH, A.V.; LIN, K. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 106, p. 201-226, 1992.
- VIDAL JR., M.V. *et al.* Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*), na fase de 30 a 250 gramas. 1. Desempenho dos tambaquis. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.3, p. 221-426, 1998.
- VISSER, J.G.J.; IOSIFOV, J. Observations on the effects of water exchange rate on the growth rate of *Oreochromis mossabicus* (Peters). Part 1: Production fish over a period of 200 days. *Water SA*, Pretoria, v.21, n.1, p. 75-80, 1995.

Received on April 24, 2002.

Accepted on July 19, 2002.