

Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”

Paulo César Silva^{1*}, Sérgio do Nascimento Kronka², Lúcia Helena Sipaúba Tavares³, Renato Pinto da Silva Júnior⁴ 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, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ⁴Departamento de Economia Rural, EA, Universidade Federal de Goiás, Campus II C. P. 131, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: pcsilva@vet.ufg.br

RESUMO. Alevinos de tilápia foram criados nas densidades de 90, 120 e 150 peixes em tanques circulares (0,5m³), submetidos a duas trocas totais de água (30 e 60 minutos), no sistema “raceway”. Avaliaram-se os custos, a lucratividade e o desempenho produtivo. A incidência de custo (IC) aumentou com o aumento da densidade de estocagem dos peixes, na troca de água feita em 60 minutos (R\$0,98 a R\$1,07/kg); a melhor IC foi obtida com 120 peixes/m³ na troca de água em 30 minutos (R\$0,90/kg). A renda líquida parcial (RLP) variou de R\$11,11 a R\$22,65, respectivamente, para a troca de água em 60 minutos/90 peixes e para a troca de água em 30 minutos/120 peixes. A maior RLP foi de R\$90,60/m³ por ano, extrapolando-se para duas produções/ano. O melhor desempenho econômico ocorreu no tratamento com 120 peixes/m³ e troca de água em 30 minutos, que apresentou também o melhor desempenho produtivo.

Palavras-chave: alto fluxo de água, custo parcial, lucratividade parcial, *Oreochromis niloticus*, taxa de lotação.

ABSTRACT. Tilapia fingerlings were reared at densities of 90, 120 and 150 fish in circular tanks (0.5m³), submitted to two full water exchanges (0 and 60 minutes), in a raceway system. Costs, profitability and productive performance were evaluated. The incidence of costs (IC) increased with fish stocking density increase, for water exchange in 60 minutes (R\$0,98 to 1.07/kg); the best IC was obtained with 120 fish/m³ for water exchange in 30 minutes (R\$0,90/kg). The partial net income (PNI) ranged from R\$11,11 to R\$22,65, respectively for water exchange in 60 minutes/90 fish and for water exchange in 30 minutes/120 fish. In this research, the highest PNI could be R\$90,60/m³/year, in two annual yields. The best economic performance occurred in the best productive performance system: 30 minutes/120 fish/m³.

Key words: high water flow, partial cost, partial profitability, *Oreochromis niloticus*, high density.

Introdução

A piscicultura é uma das atividades zootécnicas que mais tem crescido no Brasil, tendo assumido características de atividade empresarial em muitos estados a partir dos anos 80. Têm contribuído para esse fato o crescimento acentuado do número de pesque-pagues e o surgimento de indústrias de processamento, com respostas positivas no consumo de peixes. Outro indicador de crescimento é a grande demanda por alevinos e ração, considerados os principais elementos de custo do setor no Brasil (Bozano e Cyrino, 1999; Carneiro *et al.*, 1999).

No entanto, em todo o mundo a análise econômica é negligenciada pelos pesquisadores e

piscicultores, apesar de ser um fator da maior importância, essencial para avaliar a viabilidade do investimento em instalações, material, equipamentos e novas tecnologias de cultivo (Yi e Lin, 2000).

Poucos trabalhos são encontrados sobre análises de custos e lucratividade da piscicultura com definições de índices econômicos que possam servir de referências para novos estudos. Isto pode ser atribuído, no caso do Brasil, ao momento presente ainda de definições dos sistemas e tecnologias de produção de peixes, quando a análise de viabilidade técnica e econômica dos projetos deve levar em consideração as particularidades fisiográficas, climáticas e econômicas de cada região (Bozano e Cyrino, 1999).

Alguns estudos têm demonstrado que sistemas mais intensivos se mostram mais rentáveis e com maiores taxas internas de retorno (Martin *et al.*, 1995; Scorvo Filho *et al.*, 1998).

O sistema de produção “raceway”, com altas trocas de água e densidades dos peixes, tende a proporcionar maior produtividade por m³, com custos de produção menores, em regiões ricas em água com temperatura elevada, por não exigir gastos com tratamento, aeração e retorno da água, como nos sistemas de recirculação praticados nos Estados Unidos e Israel (Kubitza, 2000). O sistema não gasta recursos com insumos e mão-de-obra para operações de fertilização e calagem, e utiliza menores quantidades de produtos para desinfecção, prevenção e tratamento de enfermidades. Além disso, pequenos tanques cobertos com telas de proteção podem aumentar consideravelmente a taxa de sobrevivência dos peixes.

Carneiro *et al.* (1999) consideraram, em ordem decrescente de importância, os seguintes fatores indicadores de viabilidade econômica para a produção de tilápias no sistema intensivo em tanques-rede: preço de venda do peixe, custo da ração, conversão alimentar, taxa de sobrevivência e preço dos alevinos.

Dentre esses fatores, o custo com ração é a variável mais importante na piscicultura, sobre a qual o produtor deve atuar, já que representa entre 51% e 68% dos custos operacionais totais (Kubitza *et al.*, 1999a; Bozano e Cyrino, 1999).

Com base nessas variáveis, especialmente nos valores gastos com ração e alevinos, e no preço de mercado dos peixes, objetivou-se, neste estudo, determinar os custos e a rentabilidade parciais da produção da tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques com altas densidades e trocas de água.

Material e métodos

Animais e instalações

O experimento foi realizado no Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia - GO, no período de 16 de novembro de 1999 a 23 de março de 2000 (128 dias).

Foram utilizados 1440 alevinos de tilápia nilótica, revertidos sexualmente para machos, com peso inicial de 23,81g, distribuídos em 24 tanques circulares de polietileno com capacidade para 1000 litros, adaptados para o sistema de criação tipo “raceway”, nas densidades de 90, 120 e 150 peixes/m³ de água. Apesar da capacidade das caixas, manteve-se o nível da água controlado em 500 litros.

As caixas, portanto, tinham 45, 60 e 75 peixes, respectivamente para as densidades de 90, 120 e 150.

A água utilizada para abastecimento dos tanques era procedente de uma represa à montante, passando previamente por um sistema de filtro (brita nº 1). Todos os tanques possuíam registros e tubulações que permitiram controlar a vazão da água durante o abastecimento. Desta forma, foi possível realizar a renovação contínua e total da água em 30 minutos em 12 tanques e, nos outros 12, em 60 minutos. O sistema de escoamento era de fundo e central, com tela interna, permitindo o auto-sifonamento parcial dos resíduos, por tubo PVC tipo cotovelo articulado externamente. Para completar o sifonamento dos resíduos, diariamente os tubos de drenagem eram dobrados, até que a água de saída estivesse mais limpa. Os tanques foram instalados a céu aberto, com tampa recortada e telada em 40% da área, possibilitando o sombreamento parcial aos peixes, evitando o ataque de predadores e impedindo o escape de peixes.

A água efluente de todos os tanques foi lançada (com queda aproximada de 0,70m) em um tanque de alvenaria com fundo de terra, com área de 200m² e profundidade média de 1,40m, povoado com 200 alevinos da mesma espécie e peso inicial utilizados neste experimento.

Alimentação dos peixes

Os peixes foram alimentados, diariamente, com ração extrusada comercial para confinamento com 4mm de diâmetro, 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%, fornecida três vezes ao dia (às 8h, 12h30min e 16h30min), *ad libitum*. Os peixes do tanque que recebeu o efluente não foram alimentados com ração.

Análises estatísticas dos dados de desempenho produtivo

O desempenho produtivo dos peixes foi analisado utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, com três densidades de estocagem (90, 120 e 150 peixes por m³) e dois tempos para a troca total da água dos tanques, em 60 minutos (vazão de 500 litros por hora) e em 30 minutos (vazão de 1000 litros por hora), com quatro repetições, sendo cada tanque uma unidade experimental.

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

O modelo matemático utilizado foi:

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

em que:

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.

Análise econômica

Para a análise econômica foi considerado apenas o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração e alevinos, e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos peixes vivos (*in natura*) no local da produção.

A ração foi cotada a R\$0,6916 por kg e os alevinos a R\$0,07 por unidade, incluindo o transporte até o Setor de Piscicultura. O preço de venda das tilápias foi o praticado na região de Goiânia-GO: R\$1,60 por kg de peso vivo. Todos esses valores foram os praticados no dia do encerramento da fase experimental (23/03/2000).

Foram calculados os seguintes parâmetros econômicos:

$$COP = (QR \times PR) + (NA \times PA)$$

em que:

COP = custo operacional parcial;

QR = quantidade média de ração/tratamento;

PR = preço do kg da ração;

NA = número inicial de alevinos por tratamento;

PA = preço unitário dos alevinos;

$$RB = BT \times PP$$

em que:

RB = receita bruta;

BT = biomassa total média produzida/tratamento;

PP = preço de venda do kg de peixe;

$$IC = COP/BT$$

em que:

IC = incidência de custo, de acordo com Soliman *et al.* (2000 a,b)

$$RLP = RB - COP$$

em que:

RLP = receita líquida parcial.

Resultados

Os resultados de desempenho produtivo dos peixes obtidos neste experimento revelaram que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos fatores densidade de estocagem e troca da água, assim como para a interação entre eles, para taxa de sobrevivência e conversão alimentar aparente (Tabela 1). O menor valor para sobrevivência foi observado no tratamento com maior troca de água (30 minutos) na maior densidade de estocagem (150 peixes/m³). Observou-se uma tendência de melhora da conversão alimentar quando a troca da água ocorreu em 30 minutos, na densidade de 120 peixes/m³.

Tabela 1. Valores médios obtidos para taxas de sobrevivência (TS) e conversão alimentar aparente (CAA) da tilápia nilótica, em diferentes densidades de estocagem e trocas de água, com interação não significativa entre os fatores estudados

Variáveis	Trocas de água (min.)	Densidades de estocagem (peixes/m ³)			Média
		90	120	150	
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	
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. = 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 ($p > 0,05$)

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores densidade de estocagem e troca total de água para a biomassa total (Tabela 2), mas a troca da água em 30 minutos resultou em maiores ($p < 0,05$) biomassas nas três densidades. Em qualquer troca de água (30 ou 60 minutos), foram obtidas maiores biomassas nas densidades de estocagem de 120 ou 150 peixes/m³, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre si, mas diferentes da densidade de 90 peixes/m³.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores densidade de estocagem e troca de água para biomassa total (BT) da tilápia nilótica.

Variáveis	Trocas de água (min.)	Densidades 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

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

Na Tabela 3 são apresentados os dados de parâmetros econômicos aos 128 dias da criação (incidência de custo - IC, e receita líquida parcial - RLP), juntamente com os dados obtidos para quantidade e valores de ração, alevinos e peso total dos peixes (biomassa total).

Tabela 3. Dados médios para quantidade e valor de ração e alevinos, biomassa total dos peixes (BT), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC) obtidos para os tratamentos com diferentes trocas totais de água e densidades de estocagem de tilápia nilótica

Trat.	Ração		Alevinos		BT	RB	COP (a+b)	RLP	IC
	Quant. (kg)	Valor (a) (R\$)	Quant. (u)	Valor (b) (R\$)					
(A)	20,63	14,27	45	3,15	17,83	28,53	17,42	11,11	0,98
(B)	24,87	17,20	60	4,20	20,98	33,57	21,40	12,17	1,02
(C)	27,54	19,05	75	5,25	22,61	36,18	24,30	11,88	1,07
(D)	30,77	21,28	45	3,15	24,71	39,54	24,43	15,11	0,99
(E)	35,93	24,85	60	4,20	32,31	51,70	29,05	22,65	0,90
(F)	40,52	28,02	75	5,25	33,90	54,24	33,27	20,97	0,98

RB = BT x PP (preço de venda do kg de peixe); RLP = RB - COP; IC = COP/BT; (A) = Troca total de água em 60 minutos e 90 peixes/m³; (B) = Troca total de água em 60 minutos e 120 peixes/m³; (C) = Troca total de água em 60 minutos e 150 peixes/m³; (D) = Troca total de água em 30 minutos e 90 peixes/m³; (E) = Troca total de água em 30 minutos e 120 peixes/m³; (F) = Troca total de água em 30 minutos e 150 peixes/m³

A incidência de custos (IC), devido aos gastos com ração e alevinos, foi maior com o aumento da densidade de estocagem na menor troca total de água (60 minutos), sendo o pior resultado (R\$1,07) obtido na densidade de 150 peixes/m³. Essa tendência não foi observada nos tratamentos com maior troca de água (30 minutos), nos quais se observou que o tratamento com densidade intermediária (120 peixes/m³) superou os demais, resultando na menor IC (R\$0,90/kg).

Discussão

As respostas obtidas para a sobrevivência estão dentro da faixa considerada normal nos sistemas intensivos de produção da tilápia (Siddiqui *et al.*, 1991; Mires e Amit, 1992; Carneiro *et al.*, 1999; Kubitz *et al.*, 1999b); todos os tratamentos apresentaram índices de conversão alimentar aparente próximos à unidade, o que, segundo Kubitz (1997), enseja a obtenção de maior lucratividade e menor impacto ambiental por diminuir a liberação de matéria orgânica para os cursos de água. Os maiores valores obtidos para a biomassa total estão próximos aos preconizados por Lovshin (1997) e por Kubitz (2000) para produção de tilápias no sistema “raceway” (Tabelas 1 e 2).

A alta taxa de sobrevivência e a melhor conversão alimentar aparente (Tabela 1) tiveram efeito direto sobre o menor custo/kg de peixe produzido (incidência de custo - IC) no tratamento com maior troca de água e densidade de 120 peixes/m³ (Tabela 3), indicando que o desempenho biológico dos peixes é tão importante quanto a aplicação de melhores técnicas de manejo, conforme preconizado por Scorvo Filho *et al.* (1998). Soliman *et al.* (2000 a,b) encontraram maiores incidências de custo com a piora da conversão alimentar pesquisando diversas formulações de ração para a tilápia nilótica.

O custo elevado com ração, notadamente nos sistemas mais intensivos de produção de peixes, é o

fator que deve merecer atenção especial por parte dos pesquisadores e produtores. Neste estudo, todos os tratamentos receberam o mesmo tipo de ração, ficando evidente que as diferenças de incidência de custo se deveram ao manejo e aos parâmetros de desempenho produtivo. Ao trabalharem com dietas de custos diferentes para tilápia nilótica, Nwanna e Bolarinwa (2000) obtiveram menores incidências de custo (US\$0,65/kg) para a dieta de menor custo que, no entanto, apresentou a pior conversão alimentar (2,41).

Neste estudo, a incidência de custo com base apenas nos gastos com ração e alevinos, sobretudo no melhor resultado (R\$0,90/kg), é inferior aos valores relatados por Kubitz (2000) para tanques-rede e “raceway”s (R\$1,20/kg a R\$1,90/kg) e por Carvalho Filho (1995) para tanques com aeradores e alta densidade (R\$1,16/kg), e ao custo obtido por Carneiro *et al.* (1999) em tanques-rede (R\$1,84/kg), embora todos esses valores fossem baseados nos custos operacionais totais para a produção de tilápias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Os melhores parâmetros produtivos e econômicos encontrados neste estudo induziram à maior receita líquida parcial (RLP), observada no tratamento que utilizou maior troca de água e densidade de estocagem de 120 peixes/m³ (Tabela 3). Neste tratamento, os tanques com 500 litros de água (0,5m³) proporcionaram, em média, a receita líquida parcial de R\$22,65, equivalente, portanto, a R\$45,30/m³ no período de 128 dias, descontando o custo operacional parcial (gastos com ração e alevinos). Considerando a produção em dois ciclos anuais, nas condições deste estudo, a maior RLP seria de R\$90,60/m³ por ano, contra R\$44,44/m³ por ano, obtida no pior tratamento (troca total de água em 60 minutos e 90 peixes/m³), evidenciando o efeito do manejo sobre a lucratividade do sistema de produção estudado, concordando com Carvalho Filho (1995), Martin *et al.* (1995), Hargreaves e Behrends (1997) e Scorvo Filho *et al.* (1998).

Conclusão

Os tanques “raceway”, submetidos à maior troca de água (30 minutos) e densidade de estocagem intermediária (120 peixes/m³), contribuíram para a obtenção dos melhores resultados produtivos da tilápia nilótica, sobretudo taxa de sobrevivência, conversão alimentar e biomassa total que, em consequência, proporcionaram produção com menor custo por kg (R\$0,90) e maior receita líquida anual por metro cúbico de tanque (R\$90,60).

Agradecimentos

Os autores agradecem às Rações Guabi Ltda. pela doação das rações e aos proprietários da Fazenda Lageado - Rubiataba, GO., pelo fornecimento dos alevinos, tornando possível a execução deste trabalho.

Referências

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep, 1995.
- BOZANO, G.L.N.; CYRINO, J.E.P. Produção intensiva de peixes em tanques-rede e gaiolas - Estudos de casos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas: CBNA, 1999. p. 53-60.
- CARNEIRO, P.C.F. *et al.* Estudo de caso de criação comercial de tilápia vermelha em tanques-rede - Avaliação econômica. *Inf. Econ.*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 52-61, 1999.
- CARVALHO FILHO, J. Cultivo semi-intensivo de tilápia gera prejuízo para o produtor. *Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v. 5, n.31, p.14-17, 1995.
- HARGREAVES, J.A.; BEHERENDS, L.L. Improving the economics of intensive tilapia aquaculture in the southeastern United States through integration: a conceptual assesment. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 4, 1997. Orlando. *Proceedings...* Ithaca, 1997. v. 2, p. 642-649.
- KUBITZA, F. Qualidade dos alimentos, 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. *et al.* Como andam as contas da sua piscicultura? *Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 56, p. 38-47, 1999a.
- KUBITZA, F. *et al.* *Planejamento da produção de peixes*. 3.ed., Jundiaí: edição de F. Kubitza, 1999b.
- KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: edição do autor, 285p., 2000.
- 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.
- MARTIN, N.B. *et al.* Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. *Inf. Econ.*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 9-47, 1995.
- MIRES, D.; AMIT, Y. Intensive culture of tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds the Dekel Aquaculture system. *Isr. J. Aquacult.*, Bamidgheh, v. 44, n. 3, p. 82-86, 1992.
- NWANNA, L.C.; BOLARINWA, T.O. Effects of different dietary oils on growth and economic performance of tilapia, *Oreochromis niloticus*. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro. 2000, v.1, p. 227-233.
- SCORVO FILHO, J.D. *et al.* Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. *Inf. Econ.*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 41-60, 1998.
- 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.
- SOLIMAN, A.K. *et al.* Partial and complet replacement of soybean meal by black seed meal in Nile tilapia diets. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro. 2000a, v.1, p. 179-186.
- SOLIMAN, A.K. *et al.* Partial replacement of fish meal protein with black seed meal protein, with and without lysine and methionine supplementation, in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro. 2000b, v.1, p. 187-196.
- YI, Y.; LIN, C.K. Analyses of various inputs for pond culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): profitability and potencial environmental impacts. In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro. 2000, v.1, p. 247-257.

Received on August 09, 2002.

Accepted on December 18, 2002.