

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO ECONÔMICA E PRODUTIVA DE TILÁPIA DO
NILO, REVERTIDA E NÃO REVERTIDA, NA FASE DE
RECRIA.

Gustavo Henrique Squassoni
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Junho de 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO ECONÔMICA E PRODUTIVA DE TILÁPIA DO
NILO, REVERTIDA E NÃO REVERTIDA, NA FASE DE
RECRIA.

Gustavo Henrique Squassoni

Orientadora: Profa Dra. Maria Célia Portella

Co-orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Junho de 2010

S773a Squassoni, Gustavo Henrique
Avaliação econômica e produtiva de tilápia do Nilo, revertida e não revertida, na fase de recria / Gustavo Henrique Squassoni. -- Jaboticabal, 2010
xv, 94 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Maria Célia Portella
Banca examinadora: Cláudio Angelo Agostinho, Maria Inêz Espagnolli Geraldo Martins
Bibliografia

1. Tilápia do Nilo. 2. Recria. 3. Reversão sexual. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639.3.04

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA E PRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO, REVERTIDA E NÃO REVERTIDA, NA FASE DE RECRIA.

AUTOR: GUSTAVO HENRIQUE SQUASSONI

ORIENTADORA: Dra. MARIA CÉLIA PORTELLA

Co-Orientador(a): Dr. DALTON JOSE CARNEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:

Dra. MARIA CÉLIA PORTELLA

Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

Dr. CLAUDIO ANGELO AGOSTINHO

Data da realização: 9 de junho de 2010.

Presidente da Comissão Examinadora
Dra. MARIA CÉLIA PORTELLA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GUSTAVO HENRIQUE SQUASSONI - nasceu em São Carlos, SP, no dia 26 de setembro de 1984. Em 2002 concluiu o ensino médio no Colégio Diocesano La Salle, e em 2007 graduou-se em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, em março de 2008. Durante esse período, o autor desenvolveu o trabalho de mestrado com bolsa FAPESP e apresentou trabalhos orais em congressos sobre o tema da dissertação. Em junho de 2010, submeteu sua dissertação à banca examinadora.

*“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios.
Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente,
antes que a cortina se feche e a peça termine sem
aplausos.”*

Charles Chaplin

*Aos meus pais Angelo e Marilena e aos
meus irmãos Guilherme e Gabriela,
pelo amor, respeito, confiança e dedicação;*

Com orgulho, dedico.

*Aos meus avós Izaías e João (in memoriam) e
Verônica, pelo amor, zelo, carinho, desde sempre.
Vó, obrigado pelas orações;*

Com amor, ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido o dom da vida, e por ter me concedido força e sabedoria para chegar até o final dessa fase;

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Célia Portella, pela confiança, dedicação, apoio e paciência durante a elaboração deste trabalho;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Dalton José Carneiro, pela dedicação, apoio, confiança e paciência, e também por ter permitido a primeira oportunidade de trabalhar com nutrição de peixes.

À Profa. Dra. Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins pela orientação e auxílio nas análises econômicas.

Aos membros da banca examinadora de defesa: Prof. Dr. Cláudio Angelo Agostinho e Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins pelas importantes contribuições com o trabalho;

Aos membros da banca de qualificação: Profa. Dra. Marta Verardino de Stefani e Profa. Dra. Maria Inez Espagnolli Geraldo Martins pelas sugestões e correções no exame de qualificação;

Aos meus amigos da República Amoribunda: Rodrigo (Bago), Rafael (Passivo), Fernando (Mala), Rafael (Pirangi), Marcelo (Seborréia), Guilherme (Hebe), Gabriel (Bucetudo), Paulo (Elfo), Rafael (Kú-ki-dá), Henrique (Akí-dau-ânus), Helton (Cascão), Marcelo (Seborréia), aos bixos escrotos Paulo (Cookie-Kh) e Luiz Henrique (Goiabinha) e à secretária Creuza, pelos bons momentos que vivi nesses oito anos em Jaboticabal. Mais do que amigos vocês constituíram minha segunda família;

Aos meus colegas de laboratório: Eduardo (Dú), Rodrigo (Cabeça), Olívia (Taxinha), Thiago (Nogento), Gisele (Sôlarga), Natália, Hellen, Thiago (Strumi), Luis Otavio (Pudim), Luiz Fernando (Zé), Lidiane, Juliana, Gimbo, Marcos, Carol Nebo, Ellen (Sagatiba), Caio (Eterno), Rafael (Perdido), Márcia Stech, pelo auxílio na condução deste trabalho. Sem vocês seria impossível chegar até aqui. “Não há solidão mais triste do que a do homem sem amigos. A falta de amigos faz com que o mundo pareça um deserto.” (Francis Bacon);

A todos meus amigos do Caunesp, pela amizade e convivência durante todos esses anos;

Aos funcionários do CAUNESP: Seu Mauro, Márcio (Perereca), Márcio (Galizé), Donizete, Silvinha, Elisandra, Waldecyr, Fátima, Mônica, Vera Alice, Polachini, Elaine, Suerli (Sú), Maiara, Aline, pela amizade, profissionalismo e auxílio a realização deste trabalho.

Ao Dr. Claudinei da Cruz pelo auxílio no controle e prevenção de doenças.

Um agradecimento especial à minha amiga Fabrizia (Moeda), pela amizade, conselhos e críticas. “Para conhecermos os amigos é necessário passar pelo sucesso e pela desgraça. No sucesso, verificamos a quantidade e, na desgraça, a qualidade.” (Confúcio);

À FAPESP, pelo auxílio na forma de bolsa de estudo que colaborou para o bom desenvolvimento das atividades de pesquisa;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
INTRODUÇÃO.....	1
Reversão sexual de tilápia	1
Recria de tilápia em viveiros fertilizados	4
Recria de tilápia em tanques-rede	8
Influência da temperatura da água na produção de peixes.....	10
Estudos microbiológicos em peixes	12
Estudos de viabilidade econômica.....	14
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA.....	28
Resumo	28
Abstract.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA.....	60
Resumo	60
Abstract.....	61
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAL E MÉTODOS	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS	77

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA.....	80
Resumo	80
Abstract.....	81
INTRODUÇÃO.....	82
MATERIAL E MÉTODOS	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS	92

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA	.....	28
Tabela 1. Composição centesimal da dieta formulada e esterco utilizado para fertilização dos viveiros experimentais	.....	33
Tabela 2. Variáveis físicas e químicas da água dos viveiros e hapas de criação de tilápia do Nilo	.....	38
Tabela 3. Valores médios de ganho médio em peso (GP), ganho médio em comprimento (GC), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), consumo diário, fator de condição (K) e taxa de sobrevivência (S), ao final de 133 dias de experimento.	.....	42
Tabela 4. Composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo, submetidos ou não ao processo de reversão sexual, em diferentes sistemas de produção, ao final de 133 dias de experimento	.....	47
Tabela 5. Médias de proporção de machos de tilápia do Nilo, submetidos ou não ao processo de reversão sexual, em diferentes sistemas de produção e classes de tamanho, ao final de 133 dias de experimento	.....	49
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA.	.....	60
Tabela 1. Itens avaliados na composição dos custos de Produção	.....	64
Tabela 2. Investimentos para a realização do experimento, em Reais (R\$), no mês de novembro de 2009	.....	67
Tabela 3. Parâmetros técnicos da produção de juvenis de tilápia		

do Nilo, em três viveiros de 40 m ³ e três hapas de 1 m ³ , resultados de sobrevivência (S%) e das quantidades de juvenis de cada classe de tamanho, ciclo de 133 dias (27 de maio a 6 de outubro de 2009)	68
Tabela 4. Preço médio de venda dos juvenis de tilápia de diferentes tamanhos, no mês de março de 2009	69
Tabela 5. Custos, receitas e lucros obtidos na produção de juvenis de tilápia, em três viveiros de 40 m ³ ou três hapas de 1 m ³ , em cada sistema de produção, em Reais (R\$), em novembro de 2009, ciclo de 133 dias	70
Tabela 6. Custos, receitas e lucros obtidos na produção de juvenis de tilápia, em três viveiros de 40 m ³ ou três hapas de 1 m ³ , em cada sistema de produção, em Reais (R\$), em novembro de 2009, ciclo de 63 dias	74
 CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA	80
Tabela 1. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e <i>Escherichia coli</i> da superfície externa de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais	86
Tabela 2. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e <i>Escherichia coli</i> no músculo de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais	87

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA	28
Tabela 1. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e <i>Escherichia coli</i> da superfície externa de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais	40
Tabela 2. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e <i>Escherichia coli</i> no músculo de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais	41

RESUMO GERAL

A piscicultura nacional passa por um momento delicado onde a maior preocupação é o mercado. O desenvolvimento deste setor produtivo depende de adaptações nos diferentes sistemas de produção adotados atualmente, sendo necessário adequar-se às restrições impostas pelo mercado, bem como analisar a viabilidade econômica de produções alternativas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e econômico da tilápia do Nilo durante a fase de recria, submetida ou não ao processo de reversão sexual, em três diferentes sistemas de cultivo: semi-intensivo com utilização de fertilização orgânica de viveiros, semi-intensivo com utilização de dieta formulada e sistema intensivo em hapas com oferecimento de dieta formulada. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos em esquema fatorial 3 x 2, referente aos três sistemas de produção e aos dois grupos de animais. Para a realização do experimento, foram utilizados 12.920 juvenis de tilápia do Nilo, com peso médio inicial de 0,3 g, distribuídos em 12 viveiros escavados e 6 hapas, na densidade de 20 e 600 peixes/m³, respectivamente. Não foram observadas diferenças no desempenho de peixes revertidos ou não revertidos. Os peixes dos tratamentos submetidos ao sistema semi-intensivo com dieta formulada apresentaram melhores ($p < 0,05$) ganho em peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico (42,3g; 1,17; 3,71%, respectivamente). Os itens de maior importância na participação dos custos totais foram os relacionados à aquisição de juvenis e alimentação, respectivamente. De maneira geral, o período desfavorável (inverno) e o custo elevado da ração utilizada (R\$2,33/kg) proporcionaram prejuízos. Na simulação da produção, verificaram-se maiores lucros operacionais para os tratamentos semi-intensivos em viveiros com dieta formulada, com utilização de tilápias revertidas, devido às maiores taxas de crescimento e sobrevivência observadas neste grupo de animais. As análises realizadas no músculo de tilápias do Nilo não revelaram diferença microbiológica entre peixes revertidos ou não revertidos cultivados em viveiros fertilizados com esterco suíno, ou em viveiros ou hapas, com fornecimento de dieta formulada.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, desempenho produtivo, desempenho econômico, desempenho microbiológico, esterco suíno, dieta formulada

ABSTRACT

The national aquaculture is currently in a period in which part of the market is changing. To be successful, the aquaculture should be able to adapt its production systems aiming at to adjust and meet the market restrictions. The new trends point to different possibilities of aquaculture production that potentially increase the incomes. The objective of this study was to evaluate the growth, economic performance and microbiological characteristics of Nile tilapia reared in different production systems during the initial growth phase. Specifically, mono and mixed-sex Nile tilapia juvenile were raised in three farming systems: semi-intensive using only organic fertilization (swine manure), semi-intensive using formulated diet, and intensive system in hapas using diet formulated. The experiment was developed in two factorial design (3 x 2); considering as factors, three production systems and two groups of fish submitted or not to the process of sex reversal. In the experiment, 12,920 Nile tilapia juvenile (initial weight 0.3g) were distributed into 12 ponds and 6 hapas at the densities of 20 and 600 fish/m³, respectively. There were no differences of growth performance of the mono or mixed-sex fish. The fish subjected to semi-intensive system with formulated diet have shown better ($p < 0.05$) weight gain, feed conversion ratio and specific growth rate (42.3 g, 1.17 and 3.71%, respectively). The items of highest importance in the composition of the total costs were related to the acquisition of juveniles and feed, respectively. In general, the unfavorable period (winter) and the high cost of the feed used (R\$ 2.33 / kg) resulted in losses. In the analysis of the production simulation, the treatments with mono-sex tilapia in semi-intensive ponds fed with formulated diet resulted in higher operating profits, due to the higher survival rates and growth observed in this group. Microbiological evaluations performed in the muscle of tilapia showed no difference between mono or mixed-sex fish raised in fertilized ponds with swine manure, or in ponds and hapas, with the offer of formulated diet

Keywords: Mono and mixed-sex Nile tilapia, growth performance, economic evaluation, microbiological evaluation, swine manure, formulated feed

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A piscicultura no Brasil apresenta-se como uma atividade em ascensão, devido a um grande número de fatores favoráveis como clima, abundância de recursos hídricos, variedade e disponibilidade de alimentos, vastas extensões de terra e existência de espécies de grande interesse comercial.

A produção aquícola brasileira cresceu de forma expressiva nas últimas duas décadas. De acordo com dados da FAO (2010), a produção nacional de tilápias no ano de 2007 alcançou um volume total de 95.091 toneladas. Segundo o IBAMA (2010), dentre as espécies cultivadas, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie que apresenta maior produção aquícola, seguida da carpa comum (*Cyprinus carpio*) e do tambaqui (*Colossoma macropomum*).

No Brasil, a utilização de tilápias na piscicultura, cultivadas tanto em viveiros quanto em tanques-rede, vem crescendo continuamente devido às suas características desejáveis como rusticidade (HAYASHI, 1995), tolerância às condições ambientais adversas como baixo nível de oxigênio e altos níveis de amônia dissolvidos na água (ALCESTE e JORRY, 1998), além de rápido crescimento, boa conversão alimentar, consumo de ração artificial desde a fase larval (MEURER et al., 2000). Além de ser uma espécie muito apreciada para pesca esportiva, a tilápia sobressai-se também por adequar-se à indústria de filetagem, devido à ausência de espinhos intra-musculares na forma de “Y” e ter ótima aceitação no mercado consumidor devido às características organolépticas de seu filé.

Reversão sexual de tilápia

Um dos grandes problemas na criação de tilápia do Nilo é sua alta capacidade de reprodução devido à maturação sexual precoce, fecundidade elevada, desovas frequentes, cuidado parental, baixa competição intraespecífica e, conseqüentemente, reprodução excessiva, superpopulação e crescimento reduzido (LEONHARDT, 1997). De acordo com esse mesmo autor, para o controle da reprodução algumas soluções vêm sendo propostas, tais como: consorciação com espécie carnívora predadora, sexagem individual

e separação de machos e fêmeas, por meio da verificação de diferença na papila urogenital, cultivo de machos híbridos (fêmeas de *O. niloticus* x machos de *O. hornorum*) e obtenção de plantéis monossexuais masculinos, por meio da administração de hormônios masculinizantes.

A técnica mais utilizada atualmente para a obtenção de populações monossexo consiste na manipulação do sexo fenotípico do peixe por meio do tratamento com esteróides sexuais, principalmente o 17- α -metiltestosterona, adicionado à ração das larvas, previamente à diferenciação sexual, durante um período de 21 a 28 dias (ANTONIO, 2006). PANDIAN e SHEELA (1995) apresentaram as vantagens e desvantagens da utilização de 17- α -metiltestosterona na reversão sexual de peixes. Dentre as vantagens são citadas: aumento do valor comercial dos peixes destinados ao consumo (devido à maior uniformidade dos lotes), maximização do crescimento e a eliminação da maturidade precoce em machos. Como desvantagens desta técnica estes autores apontam que a indução hormonal pode se tornar um processo estressante, resultando em baixas taxas de sobrevivência no final do processo produtivo e, quando em altas dosagens, pode levar à esterilidade e à supressão do crescimento dos peixes. Ainda de acordo com os autores supra citados, a liberação dos hormônios na água implica em impacto ambiental, além do fato de que os resíduos dos esteróides são carcinogênicos, podendo afetar a saúde dos consumidores.

Alternativas ao uso de hormônios masculinizantes têm sido propostas por diversos pesquisadores. BISWAS et al. (2005) estudaram o controle da reprodução da tilápia do Nilo por meio da manipulação do fotoperíodo, e verificaram que a exposição dos peixes a um fotoperíodo de 6 horas de luz e 6 horas de escuro, alternadamente, é uma alternativa viável para o controle de desovas frequentes em tilápias.

YI et al. (2004) investigaram a utilização de diferentes proporções de peixes predadores (*Channa striata*) em sistemas de policultivos com tilápias do Nilo não revertidas comparados com monocultivo de peixes revertidos sexualmente em viveiros escavados na Tailândia. Os pesquisadores não observaram diferenças significativas no desempenho produtivo entre os tratamentos estudados, demonstrando que esta técnica também pode ser uma

alternativa à utilização da técnica de reversão sexual com uso de hormônios androgênicos.

Por esses motivos, já se verificaram em alguns países, como o Vietnã (PHUONG, comunicação pessoal) e México (CONTRERAS-SANCHÉZ, comunicação pessoal), produtores que não realizam a reversão sexual das larvas de tilápia quando as mesmas são destinadas para criação em tanques-rede, onde os animais não constroem ninhos e, portanto, a reprodução não é um problema significativo.

Entretanto, deve-se salientar que a utilização de tilápias de sexo misto em tanques-rede pode ocasionar danos ambientais, em caso de soltura ou escape acidental dos peixes (GAMA, 2008). De acordo com o autor, apesar da tilápia do Nilo não conseguir resistir ao ataque de diversos peixes predadores, não é possível afirmar que, quando solta no ambiente, esta espécie não se estabeleça.

Por outro lado, diversos autores relataram efeitos prejudiciais do uso de metiltestosterona em peixes, principalmente no fígado (SIMONE, 1990; GANNAM e LOVELL, 1991; GAYÃO, 2009). GAYÃO (2009) verificou que a reversão sexual por meio da adição de 60 mg.kg^{-1} do hormônio 17- α -metiltestosterona na dieta ocasionou problemas de deformidades no fígado, com aspecto gorduroso e friável. Os problemas causados ao fígado na fase inicial persistem nas demais fases e são agravados por altos teores protéicos e menor valor nutricional dos ingredientes utilizados para a elaboração das dietas comerciais (GAYÃO, 2009).

O efeito da nutrição e estação do ano sobre o desempenho de tilápias do Nilo de sexo misto e monossexo em viveiros escavados na Tailândia foi estudado por LITTLE e EDWARDS (2004). Os autores verificaram que o crescimento dos peixes foi afetado significativamente pelo nível de nutrientes das dietas oferecidas, porém não foram observadas diferenças entre os dois grupos de animais nas estações úmida e seca.

Recentemente, KAMARUZZAMAN et al. (2009) compararam o desempenho produtivo de tilápias do Nilo de linhagem GIFT não revertidas, revertidas e a progênie de machos YY. Os autores não verificaram diferenças de peso corporal e comprimento total de peixes até 200 gramas, indicando que o cultivo monossexo pode não ser vantajoso em relação às tilápias de sexo

misto, quando produzidas em tanques-redes dispostos em viveiros escavados, nas condições estudadas. Entretanto, os autores apontam que os resultados não devem ser extrapolados para sistemas de produção comerciais, onde o peso médio de comercialização geralmente é maior do que o observado no experimento, demonstrando a necessidade de maiores estudos a respeito da utilização de peixes não revertidos em criações comerciais.

Recria de tilápia em viveiros fertilizados

No processo de produção de tilápia do Nilo, após a fase de reversão sexual vem a fase de recria, quando os alevinos com aproximadamente 0,5 g chegam a 25-30 gramas. Essa etapa requer atenção, pois é uma fase em que os peixes crescem rapidamente num espaço de tempo relativamente curto, cerca de 40-60 dias, dependendo da temperatura da água e da qualidade do alimento que recebem.

De acordo com Castro (1999) citado por CARMO (2003), tanto o sistema intensivo quanto o semi-intensivo são economicamente viáveis, embora ambos apresentem vantagens e desvantagens, sejam elas técnicas, econômicas ou biológicas. Os cultivos semi-intensivos são geralmente desenvolvidos em viveiros de terra, onde os nutrientes são supridos por uma combinação de dietas formuladas e organismos vivos, produzidos endogenamente no viveiro (Correia, 1998, citado por CARMO, 2003). BRITO et al. (1998) citam que as tilápias ingerem uma grande variedade de alimentos naturais, incluindo o plâncton, e quando cultivadas em viveiros com regime alimentar suplementar, os organismos que compõem o alimento natural são responsáveis por 30 a 50% do crescimento dos peixes. Os autores expressam ainda que os organismos planctônicos e os bentônicos em viveiros suprem, em grande parte, as necessidades nutricionais da maioria das espécies tropicais exploradas comercialmente.

Nessa mesma linha de investigação, LEITE et al. (1999) verificaram que o alimento natural foi responsável por cerca de 40 a 50% do crescimento de tilápias em sistema semi-intensivo, tanto na fase inicial quanto na engorda. Portanto, a redução da utilização de rações comerciais é a chave do sucesso da aquicultura sustentável, tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico (CARMO, 2003).

O cultivo de peixes em viveiros de terra é o mais utilizado do mundo, inclusive para a tilapicultura, podendo ser realizado por pequenos e médios produtores, onde a tecnologia de cultivo adotada varia em função da densidade de estocagem e escala de produção (CARMO, 2003). TACON e DE SILVA (1997) afirmaram que o sistema semi-intensivo contribui com uma participação de 70% na produção mundial da aquicultura.

O crescente interesse na produção de peixes nos últimos anos vem contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias que promovam maior eficiência na alimentação. De acordo com SIPAÚBA-TAVARES (1994), a fertilização de viveiros estimula o aumento em biomassa do fitoplâncton, adicionando ao meio nitrogênio e fósforo, os quais são nutrientes limitantes nos ambientes aquáticos. O fitoplâncton é de fundamental importância na dinâmica dos sistemas aquáticos, pois constitui o elo de ligação na transferência de energia solar e dos nutrientes, possibilitando a passagem destes aos consumidores (zooplâncton e peixes, entre outros) e, muitas vezes, determinando a produtividade de um ambiente (FARIA et al., 2001).

Diversos estudos sobre produção de organismos planctônicos mediante fertilização de tanques foram desenvolvidos (CASTAGNOLLI, 1982; SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA, 1993; FARIA et al., 2000; FARIA et al., 2001; KNUD-HANSEN et al., 2003). De maneira geral, estes trabalhos evidenciam que o emprego de diferentes fertilizantes proporciona alterações na composição das comunidades planctônicas, tanto em termos de densidade total como dos diferentes grupos taxonômicos. É importante salientar, ainda, que os esterco de suínos e aves promovem maior produção de plâncton, sendo os mais utilizados em viveiros de produção de organismos-alimento e em tanques de alevinagem nas estações de piscicultura (FARIA et al., 2001).

De acordo com Tacon (1988) citado por CARMO (2003), para que um viveiro responda positivamente à fertilização, a água deve possuir pH neutro a alcalino (7-8), o solo não deve ser muito ácido, e a alcalinidade e dureza total devem ser superiores a 20 mg.L^{-1} de CaCO_3 .

No processo de decomposição dos fertilizantes orgânicos há liberação de nutrientes inorgânicos que favorecem o crescimento do fitoplâncton. Destes nutrientes, o fósforo assume essencial importância, considerando que sua concentração em viveiros geralmente é baixa para suprir as necessidades do

fitoplâncton, constituindo-se um elemento chave no processo de fertilização (BOYD, 1982).

Os adubos mais utilizados para essa finalidade são os de aves, suínos, bovinos e ovinos. Estes possuem uma parte que pode ser utilizada diretamente como alimento pelos organismos aquáticos filtradores, sendo que a parte digerida também sofre decomposição, liberando nutrientes inorgânicos (TACON, 1988).

BEYRUTH et al. (2004), estudando a utilização de alimentos naturais pela tilápia do Nilo em tanques de terra com arraçoamento, verificaram que o alimento natural foi utilizado em proporções consideráveis, e recomendaram um estudo mais aprimorado do manejo das comunidades endógenas que servem de alimento, determinando-se o período de declínio das comunidades bentônicas para que se inicie o aumento da oferta de ração. Em outro trabalho, SOARES et al. (2007) avaliaram o uso de rações com diferentes teores de proteína bruta associados à inclusão de levedura de cana e adubação para a criação de juvenis de tilápia do Nilo. Verificaram que a fertilização orgânica possibilitou a redução do nível protéico da dieta para estes animais, nessa fase de desenvolvimento, e promoveu melhora da conversão alimentar e da taxa de eficiência protéica, indicando que o fitoplâncton atuou complementando a dieta.

O efeito da utilização de diferentes tipos de fertilizantes orgânicos sobre o crescimento, sobrevivência e produção de plâncton no cultivo de *Tilapia rendalli* em viveiros escavados foi investigado por KANG'OMBE et al. (2006). Os referidos autores verificaram que a utilização de esterco de aves implicou em maiores concentrações de clorofila a e zooplâncton e melhores valores de desempenho zootécnico em relação ao esterco bovino e suíno.

Nesta mesma linha de investigação, MATAKA e KANG'OMBE (2007) estudaram o efeito da substituição de farelo de milho por esterco de aves no cultivo semi-intensivo de *Tilapia rendalli* e observaram que a utilização deste fertilizante proporciona melhores resultados quando combinado com a alimentação suplementar, evidenciado pelas altas taxas de sobrevivência obtidas neste estudo.

FERREIRA et al. (1999) verificaram o efeito do intervalo de oferecimento de esterco suíno na alimentação de tilápias nilóticas sobre a qualidade da água e crescimento dos peixes. Os resultados do estudo demonstraram que o

oferecimento quinzenal de esterco promoveu um melhor desempenho, sem afetar a qualidade da água dos tanques de cultivo.

O uso de alimento natural também contribui para uma produção economicamente mais sustentável. A aquicultura sustentável pode ser definida como uma produção lucrativa que mantém uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais (VALENTI, 2002). De acordo com o referido autor, o sistema de produção deve promover a utilização racional dos recursos naturais sem degradar os ecossistemas no qual se insere, gerando empregos para a comunidade local, promovendo, assim, elevação da qualidade de vida.

BACCARIN (2002) estudando as implicações econômicas da utilização de diferentes dietas formuladas e adubo orgânico na criação de tilápia do Nilo verificou que a utilização de ração nos sistemas de criação contribuiu para o aumento dos custos operacionais parciais. Entretanto, a produção obtida mostrou-se superior ao tratamento que recebeu exclusivamente alimentação natural proveniente da adubação orgânica.

Na fase de recria da tilápia do Nilo em viveiros escavados existem alguns fatores que dificultam a definição da estratégia alimentar a ser utilizada. É necessária a compreensão da relação entre a densidade de plâncton e a biomassa estocada, para que se tenha melhor aproveitamento do alimento natural (KUBITZA, 2006). Este autor cita ainda como complicador o fato de que muitos tilapicultores utilizam o alimento suplementar (e.g. dieta balanceada) em excesso, ocasionando, deste modo, menor aproveitamento do alimento natural.

Apesar de contribuir para o aumento da produção, o fornecimento incorreto de alimentos, independente da origem, tende a causar queda da qualidade da água, prejudicando o desempenho produtivo e causando poluição dos recursos naturais (BACCARIN, 2002). De acordo com QUEIROZ (1998), os principais fatores relacionados com a redução da qualidade da água são as substâncias dissolvidas ou em suspensão contidas nos efluentes, principalmente aquelas oriundas das sobras de rações.

O cultivo de peixes em um sistema semi-intensivo lucrativo requer que a alimentação suplementar incremente o aporte de nutrientes adequados. LITI et al. (2005) avaliaram o crescimento e o desempenho econômico de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas formuladas isoprotéicas (24% de

proteína bruta) e alimentos disponíveis no Quênia (farelo de trigo e ração comercial peletizada para suínos) em viveiros fertilizados. Estes autores observaram que os peixes alimentados com dietas formuladas alcançaram maiores ganhos de peso, maior taxa de crescimento, rendimento e melhor conversão alimentar em relação aos peixes alimentados com as dietas não formuladas. Do ponto de vista econômico, o farelo de trigo apresentou um retorno líquido mais elevado em relação às dietas formuladas, enquanto a ração comercial peletizada resultou em menor retorno econômico, evidenciando a importância de avaliações complementares (zootécnica, produtiva e econômica) para a decisão do sistema mais vantajoso em cada caso.

Recria de tilápia em tanques-rede

O cultivo de peixes em tanques-rede em alta densidade e com o uso de dieta formulada vem se tornando cada vez mais frequente, devido à possibilidade de alta produção, baixo custo de implantação e rápido retorno econômico. Porém, os resíduos deste tipo de criação são liberados no ambiente, provocando a eutrofização do mesmo (MAINARDES-PINTO et al., 2007). Essa eutrofização é benéfica até o ponto em que promove aumento na produção de peixes do ambiente natural; entretanto, quando excessiva, favorece a proliferação de algas e contribui para a diminuição da disponibilidade de oxigênio dissolvido no meio (SCHIMITTOU, 1997).

A maioria das criações em tanques-rede é realizada em ambientes abertos, como reservatórios, mares e lagos. Devido à necessidade de adoção de novas alternativas para a piscicultura intensiva e de melhorar o aproveitamento da área inundada, foram realizados alguns trabalhos utilizando tanques-rede de pequeno volume em viveiros povoados ou não com peixes (YANG e LIN, 2000; YI e LIN, 2001; GODOY et al., 2005; MAINARDES-PINTO et al., 2007).

Alguns criadores já adotam o sistema de tanques-rede também para realizar a fase inicial do cultivo de tilápia, i.e. a fase de recria. Nesse sistema, os animais ficam protegidos por uma tela colocada internamente no tanque rede, até que atinjam certo tamanho que impeça o escape pela malha do

tanque-rede (PORTELLA, comunicação pessoal), quando então são liberados no mesmo.

O desempenho produtivo de três linhagens de juvenis de tilápia do Nilo (GIFT, Bouaké e Chitralada), na fase de recria mantidas em hapas foi estudado por MARENGONI et al. (2008 b). Os autores verificaram, ao final de 93 dias de produção, melhores taxas de sobrevivência para a linhagem GIFT. Entretanto, não foram observadas diferenças para os parâmetros de ganho em peso diário, conversão alimentar e biomassa final entre as linhagens estudadas.

MAINARDES-PINTO et al. (2007) verificaram melhor conversão alimentar aparente de peixes mantidos em tanque-rede em relação aos peixes livres em viveiros. De acordo com CYRINO et al. (1998), o confinamento de peixes em tanques-rede favorece a otimização da utilização da ração, melhorando a conversão alimentar. SCHIMITTOU (1997) afirmou que a criação de peixes em tanques-rede de pequeno volume pode ser uma importante alternativa para o processo de expansão da aquicultura, devendo ser utilizados tanques-rede com volume mínimo de 1 m³ e máximo de 4 m³, sendo mais eficientes e vantajosos do ponto de vista produtivo e econômico, pois a renovação completa de água em tanques menores é maior.

Os efeitos da taxa de alimentação e fertilização de viveiros sobre o crescimento, retorno econômico e qualidade da água em um sistema integrado com gaiolas de pequeno volume para produção de tilápias do Nilo foram investigados por WAIDBACHER et al. (2006). Estes autores demonstraram que o oferecimento de dieta com 24% de proteína bruta, com uma taxa de arraçamento de 6% do peso corporal dos peixes, em viveiros submetidos à fertilização propiciou uma melhora significativa do crescimento, lucratividade e qualidade da água.

No cultivo de tilápias do Nilo em tanques-rede, GAYÃO (2009) verificou que peixes não submetidos ao processo de reversão sexual por meio da administração hormonal mostraram-se mais resistentes e sem alterações hepáticas. O autor relatou que, em juvenis criados em tanques-rede, o lote de peixes não revertidos apresentou 84% de machos, sendo que os dois lotes de peixes, revertidos ou não, apresentaram desempenho produtivo semelhante. Estes resultados apontam a necessidade de realização de mais estudos, no sentido de demonstrar a efetividade de sistemas produtivos que viabilizem a

produção de peixes sadios, com um custo reduzido e que tenham uma boa aceitação do mercado consumidor.

Influência da temperatura da água na produção de peixes

A temperatura é um fator de controle do crescimento dos peixes, pois afeta diretamente o consumo de oxigênio, as taxas metabólicas, o consumo alimentar e a digestibilidade (CAMPANA et al., 1996). MARTELL et al. (2005) afirmaram que os efeitos da temperatura nesses animais são mais evidentes durante os estágios de rápido crescimento larval e juvenil.

As tilápias, peixes tipicamente tropicais, apresentam conforto térmico entre 26,0 e 30,0° C; abaixo ou acima deste intervalo, verifica-se redução do apetite, do consumo de alimento e, conseqüentemente, do crescimento (GALLI e TORLONI, 1999). Abaixo de 18,0° C, o sistema imunológico das tilápias é suprimido. Para estes peixes, temperaturas entre 8,0 e 14,0° C podem ser letais, considerando-se a espécie, a linhagem e as condições dos peixes e do ambiente (KUBITZA, 2000).

De acordo com MACIEL JÚNIOR (2006), peixes oriundos de localidades geográfica e/ou climaticamente distintas podem apresentar redução no desempenho produtivo e na reprodução, assim como elevados índices de mortalidade, em decorrência de sua suscetibilidade ao clima, em especial, às variações de temperatura.

No Brasil é comum piscicultores obterem larvas e juvenis de peixes de fornecedores de diferentes regiões do país. Embora as possíveis limitações na produção sejam do conhecimento de muitos produtores e técnicos, não existem dados consistentes a este respeito e não se sabe se tais perdas ocorrem exclusivamente em decorrência dessa prática (MACIEL JÚNIOR, 2006).

A intensidade do efeito da temperatura da água sobre o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pode variar conforme a linhagem (REZK et al., 2002). WAGNER et al. (2004), comparando quatro linhagens de tilápia do Nilo (híbrido intra-específico; Bouaké; Chitralada, primeira geração da tailandesa e Chitralada, segunda geração da tailandesa), verificaram maior desempenho produtivo da linhagem Chitralada (tailandesa), porém o rendimento de filé não diferiu entre as linhagens estudadas.

O consumo alimentar dos peixes é afetado diretamente pela temperatura da água. MARQUES et al. (2003) estudando níveis diários de arraçoamento para juvenis de tilápia do Nilo cultivados em baixas temperaturas averiguaram que houve redução no aproveitamento da dieta com o aumento do nível de arraçoamento. Nas condições do estudo, os autores concluíram que o nível de arraçoamento ideal, a uma temperatura média de 23°C, é de 11,55% do peso vivo, para peixes de 0,8 gramas.

MACIEL JÚNIOR (2006) avaliou o efeito de diferentes temperaturas da água (20; 24; 28 e 32 °C) no desempenho de tilápias do Nilo, de linhagem tailandesa. O autor verificou menor consumo aparente de ração, menor taxa de crescimento específico e pior conversão alimentar aparente em condições de baixa temperatura. Entretanto, as maiores taxas de sobrevivência foram observadas em condições de baixas temperaturas.

Apesar da limitação de cultivo de peixes sob baixas temperaturas, observa-se um grande aumento na produção de tilápias na região sul do Brasil, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná. GRAEFF e PRUNER (2006) avaliaram o comportamento da tilápia do Nilo frente à diversidade da temperatura e qualidade de água, no período de inverno, na região do Alto Vale do Rio Peixe e Planalto do estado de Santa Catarina. Os autores relataram que não há impedimento no cultivo nestas condições, desde que a profundidade do tanque seja aumentada para no mínimo 150 cm, para que possa ocorrer estratificação hidráulica.

O efeito da densidade de estocagem no desempenho produtivo de tilápias do Nilo, cultivadas em sistema *raceway*, durante o inverno foi avaliado por BERNARDES et al. (1998), que verificaram decréscimo no crescimento dos peixes, fato atribuído ao período em que a temperatura permaneceu abaixo de 26°C, influenciando no metabolismo basal dos mesmos.

De maneira semelhante, MARENGONI et al. (2008) verificaram piora no desempenho produtivo de tilápias do Nilo cultivadas em sistema semi-intensivo, em viveiros escavados, sob baixas temperaturas, ocasionando redução no ganho em peso diário, taxa de crescimento específico e sobrevivência e pior conversão alimentar, evidenciando, desta maneira, que as baixas temperaturas da água de cultivo comprometem o desenvolvimento dos peixes.

Estudos microbiológicos em peixes

As análises microbiológicas para se verificar quais e quantos microrganismos estão presentes são fundamentais para se conhecer as condições de higiene em que o peixe foi processado, os riscos que este alimento pode oferecer à saúde do consumidor e se o mesmo terá ou não a vida útil pretendida. Essa análise é indispensável também para verificar se os padrões e especificações microbiológicos para alimentos, nacionais ou internacionais, estão sendo atendidos adequadamente (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

PILARSKI et al. (2004) analisaram amostras de água e músculo de carpa comum (*Cyprinus carpio*), cultivadas em viveiros fertilizados com dejetos de suínos ou alimentados com ração comercial. A análise microbiológica do músculo dos peixes demonstrou ausência de *Salmonella* em todas as amostras, e a contagem dos demais microorganismos manteve-se inferior ao limite máximo permitido pela legislação, evidenciando, portanto, que os peixes estavam aptos ao consumo humano.

COELHO et al. (1990), ao estudarem a microbiota de tilápias alimentadas com dejetos de suínos, e ROSA et al. (1990), pesquisando microrganismos patogênicos em tilápias alimentadas com dejetos suínos, concluíram que os peixes apresentaram índices microbiológicos dentro dos valores permitidos pela legislação para consumo humano. SILVA e LIMA (1990), estudando aspectos sanitários da criação de tambaqui em consórcio com suínos, também obtiveram resultados semelhantes ao dos pesquisadores acima mencionados.

MARENGONI et al. (2009) realizaram a caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de hambúrguer de peixe preparado com carne mecanicamente separada de tilápia, e obtiveram valores variando de 4 a 45 NMP/g de coliformes totais e variações de 4 a 95 NMP/g para coliformes termotolerantes. Os autores ainda verificaram ausência de *Staphylococcus coagulase* positivo em todas as amostras analisadas, demonstrando que a utilização de subprodutos do processamento do pescado é uma forma de agregação de valor ao produto final.

SIMÕES et al. (2007) avaliaram a composição, microbiológica de filé de tilápias do Nilo, de linhagem Tailandesa, e verificaram ausência de *Salmonella*

e *Staphylococcus coagulase positiva*, confirmando que os procedimentos sanitários e higiênicos foram corretamente seguidos, desde a captura até a preparação da matéria prima. VIEIRA et al. (2000) analisaram tilápias (*Oreochromis niloticus*) recém-capturadas quanto à presença de *Staphylococcus aureus*. Os autores averiguaram que todas as amostras apresentaram valores que variaram de <10 a $1,06 \times 10^3$ UFC.g⁻¹. HILBIG et al. (2008) realizaram uma avaliação físico-química e microbiológica de tilápias submetidas a salga e secagem e observaram ausência de *Salmonella sp.* e coliformes totais. Nos peixes *in natura* foram observados valores de coliformes totais no filé de 15,3 NMP/g.

A presença de diversas bactérias entéricas, tais como coliformes termotolerantes, *Salmonella* e *Staphylococcus*, nos tanques de aquicultura sugerem a necessidade de um controle rígido de higiene durante o manejo e a evisceração do peixe, a fim de prevenir a transferência de bactérias da água ou do trato gastrointestinal dos animais para a musculatura dos peixes (LORENZON, 2009).

SILVA (2002) avaliou a qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema SimPlate e não observou a presença de coliformes totais em amostras de pescada eviscerada e descabeçada pela metodologia de tubos múltiplos e valores variando de 10^2 a 10^3 NMP/g pelo sistema SimPlate. Para coliformes termotolerantes e *E. coli* as amostras apresentaram-se isentas no sistema de tubos múltiplos e, para o sistema SimPlate, foram obtidos valores de 10^1 NMP/g, estando de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pelo Código Sanitário.

PAL e DASGUPTA (1992) verificaram que a concentração de *E.coli* nos diferentes órgãos do peixe está relacionada com a concentração dessa bactéria na água. Na mesma linha de investigação, ANTONIOLLI (1993), ao realizar trabalho sobre a qualidade da carne de carpa comum alimentadas com dejetos de suínos e EASA et al. (1996), ao estudarem tilápias do Nilo tratadas com efluentes domésticos, observaram que a água influencia na condição microbiológica dos peixes. No entanto, PILARSKI et al. (2004) ao analisarem amostras de músculo de carpa comum e água de viveiros fertilizados com dejetos de suíno, não verificaram relação entre a qualidade microbiológica da água e o músculo do peixe. Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de

mais estudos a respeito da qualidade microbiológica de peixes, principalmente quando cultivados em sistemas que priorizem a utilização dejetos animais para fertilização e conseqüente produção de alimento natural.

Estudos de viabilidade econômica

Os dados referentes ao setor pesqueiro do Brasil e do mundo indicam que os recursos naturais estão bem próximos do máximo limite de exploração. Entretanto, a produção piscícola mundial vem apresentando um crescimento contínuo, graças ao crescimento significativo da piscicultura, demonstrando ser a melhor alternativa para suprir a estagnação da produção, oriunda da pesca extrativa (SONODA, 2002).

Os gastos oriundos da utilização de dietas artificiais podem representar de 50 a 70% do custo total de produção (MARENGONI, 2006), sendo necessário o estudo de sistemas produtivos que privilegiem a utilização de alimentação natural através do uso de fertilizantes orgânicos ou inorgânicos que aumentem a disponibilidade de nutrientes no meio aquático, estimulando a produtividade primária (RIBEIRO et al., 1997).

O planejamento é a base da administração e envolve a escolha das estratégias a serem utilizadas para atingir as metas de produção e comercialização do empreendimento (KUBITZA et al, 1999). No entanto, a análise econômica tem sido negligenciada, visto que poucos trabalhos são encontrados sobre custos e lucratividade na piscicultura, peças essenciais para avaliar a rentabilidade dos investimentos de novas tecnologias de cultivo, levando em consideração peculiaridades fisiográficas, climáticas e econômicas de cada região (SILVA et al., 2003).

A otimização do uso do espaço físico, do crescimento e conversão alimentar dos peixes e da biomassa estocada, por unidade de área, são ferramentas importantes na maximização dos lucros em uma piscicultura comercial. Para alcançar a eficiência são necessárias medidas de planejamento e controle, em sintonia com fatores que favoreçam o crescimento dos peixes e o ganho em biomassa nas unidades de cultivo, afetando diretamente os resultados da produção (KUBITZA et al., 1999).

De acordo com CRIVELENTI et al. (2006) a análise econômica através do levantamento de custos de produção é um instrumento importante para a

tomada de decisões. Ela permite identificar os resultados econômicos alcançados, os gargalos na tecnologia de produção adotada e o nível de produção a partir do qual a exploração passa a apresentar lucratividade.

LIMA (2005) comparou diferentes sistemas de criação de peixes em pisciculturas do Estado de Santa Catarina, em que a maioria era do tipo extensivo e semi-intensivo, com integração à suinocultura. Em todos os sistemas analisaram-se apenas o preço de venda dos peixes e a receita bruta de cada empresa. O preço de venda variou de R\$ 2,20 à R\$ 3,65 por kg de peixe vivo e a receita foi, em sua maioria, inferior a R\$ 10.500,00/ha de área utilizada. Porém, na propriedade em que o sistema adotado era o de piscicultura intensiva encontrou-se uma receita anual de R\$ 40.000,00/ha, mostrando que a utilização de ração e maior densidade populacional geraram maior rendimento.

LITI et al. (2005) estudaram a viabilidade econômica de tilápias do Nilo alimentadas com duas dietas formuladas, com ou sem adição de suplemento vitamínico e mineral, e dois ingredientes disponíveis localmente na região do Quênia. Os resultados mostraram que as dietas formuladas apresentaram rendimentos superiores aos ingredientes locais, porém, a utilização de farelo de trigo apresentou melhor retorno econômico.

Nesta mesma linha de investigação, estudos de desempenho econômico de tilápia do Nilo alimentadas com três farelos (milho, trigo e arroz), como alimento suplementar em viveiros fertilizados com adubo orgânico foram conduzidos por LITI et al. (2006), e apontaram maior rentabilidade para o tratamento com farelo de trigo. Nas condições do estudo, a utilização de farelo de arroz não foi rentável para a produção neste sistema, por ter promovido menor crescimento dos peixes.

MARENGONI et al. (2008 a) avaliaram a viabilidade econômica de juvenis de tilápia do Nilo cultivados sob diferentes densidades (1, 2, 3 e 4 peixes/m³) na região oeste do Paraná. Os autores observaram que as densidades de estocagem testadas influenciaram no desempenho produtivo, promovendo aumento no consumo de ração, e conseqüentemente, no custo de produção. A melhor produtividade e viabilidade econômica, avaliada por meio do custo operacional parcial, foi obtida em sistemas semi-intensivos, sem renovação de água, com uma densidade de até 3 peixes/m³.

A viabilidade econômica de três sistemas de produção semi-intensivos (utilização de peixes de sexo misto com ou sem a presença de predadores e monossexo) de tilápias do Nilo no Quênia foi estudada por KALIBA et al. (2007). Os resultados do estudo demonstraram que a utilização de animais de sexo misto não é economicamente sustentável. A utilização de peixes monossexo apresentou um alto retorno econômico, justificando o investimento utilizado. No entanto, de acordo com estes autores, o sucesso do cultivo de peixes mono-sexo depende da disponibilidade e da acessibilidade de juvenis de qualidade e de baixo custo.

A carência de informações de rentabilidade econômica para os diferentes sistemas produtivos demanda mais estudos, para que o produtor possa tomar decisões na adoção do sistema que seja mais vantajoso, de acordo com os recursos disponíveis em cada caso.

REFERÊNCIAS

ALCESTE, C.; JORRY, D. Análisis de las tendencias actuales en comercialización de tilápia em los Estados Unidos de Norteamérica y la Union Europea. In: CONGRESSO SULAMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 349.

ANTONIO, C. **Reversão sexual da tilápia do Nilo com dietas microencapsuladas em “spray dryer” contendo diferentes doses de 17-‘alfa’metiltestosterona e tempos de administração.** 2006. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

ANTONIOLLI, M.A. **Perfil microbiológico da carpa comum (*Cyprinus carpio*) in natura e da água dos viveiros procedentes de cultivo integrado com suínos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1993. 32 p. Relatório de estágio supervisionado para habilitação em tecnologia de alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

BACCARIN, A. E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares.** 2002. 56f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BERNARDES, M. V. S.; PADUA, D. M. C.; SILVA, P. C. 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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.28, n.2, p.95-106, 1998.

BEYRUTH, Z.; MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FUSCO, S. M.; FARIA, F. C.; SILVA, A. L. Utilização de alimentos naturais por *Oreochromis niloticus* em tanques de terra com arraçoamento. **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 9-24, 2004.

BISWAS, A. K.; MORITA, T.; YASHIZAKI, G.; MAITA, M; TAKEUCHI, T. Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 229-239, 2005.

BOYD, C. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 318 p.

BRITO, G. M. A.; SILVA, A. L. N.; CARMO, J. L. Efeito da adubação inorgânica sobre o crescimento de tilápias *Oreochromis niloticus* em tanques de fibra de vidro. In: AQUICULTURA BRASIL '98, Olinda, 1998. **Resumos...** Olinda: ABRAq. p.20.

CAMPANA, S. E.; MOHN, R. K.; SMITH, S. J.; CHOUINARD, G. A. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.53, n. 2, p.2912-2914, 1996.

CARMO, J. L. **Avaliação do crescimento de três linhagens de Tilápia do gênero *Oreochromis* sp., em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros**. 2003. 62f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal do Pernambuco. 2003.

CASTAGNOLLI, N. Influência da estação do ano e do fertilizante aplicado na produção de tanques de criação de peixes. I - Produção primária. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 91-108, 1982.

COELHO, M. S. L.; ROSA, V. P.; COSTA, P. M. A. Estudo da microbiota de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dejetos de suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.6, p.546-551, 1990.

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; PIRTOUSCHEG, A.; NEVES, J. E. G.; ABDÃO, E. M. Desempenho econômico da criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis*

niloticus) em sistema de produção intensiva. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2006.

CYRINO, J. E. P.; CARNEIRO, P. C. T.; BOZANO, G. L. M.; CASEIRO, A. C. 1998. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede. In: AQUICULTURA BRASIL'98, Recife, 1998. **Anais...** Recife: ABRAq. v.1. p. 409-433.

EASA, M. E. S.; SHEREIF, M. M.; SHAABAN, A. I. MANCY, K. H. Public health implications of waste water reuse for fish production. **Water Science Technology**, v.22, n.11, p.145-152, 1996.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>>. Acesso em 22/02/2010.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; GONÇALVES, G. S. Avaliação dos grupos zooplanctônicos em tanques experimentais submetidos a adubação com diferentes substratos orgânicos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 375-381, 2000.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e variáveis físicas e químicas em tanques experimentais submetidos a diferentes adubações orgânicas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.2, p. 291-297, 2001.

FERREIRA, L. B.; OLIVEIRA, E. P.; SILVA, Y. L. Uso de dejetos suínos na alimentação de tilápias nilóticas (*Sarotherodon niloticus*). **Revista Universidade Alfenas**, Alfenas, v.5, p. 37-40, 1999.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1999.119p.

GAMA, C. S. A criação de tilápia no estado do Amapá como fonte de risco ambiental. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.3, p.525-530, 2008.

GANNAM, A. L.; LOVELL, R. T. Effects of feeding 17-alpha-methyltestosterone, 11-ketotestosterone, 17-beta-estradiol and 3,5,3'-triiodothyronine to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 92, p.377-388, 1991.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de Tilápia do Nilo: parâmetros produtivos e estrutura do fígado**. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GODOY, C. E. M; SOARES, M. C. F.; COSTA, F. J. C. B.; LOPES, J. P. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede visando o atendimento da comunidade carente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 14., Fortaleza, 2005. **Resumo expandido...** Fortaleza: Assoc. Eng. Pesca do Est. Ceará. p. 1229-1230.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N. Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA (CIVA 2006), 2006. p. 70-79. Disponível em: <<http://www.civa2006.org>> . Acesso em 22 fevereiro 2010.

HAYASHI, C. Breves considerações sobre as tilápias. In: RIBEIRO, R. P.; HAYASHI, C; FURUYA, W.M. (Eds.). **Curso de piscicultura**. Criação racional de tilápias. Maringá: ed.1. 1995. p.4.

HILBIG, J.; ZABINE, L.; BANTLE, J. F.; RODRIGUES, L. C. S.; PASQUALI, R.; NASCIMENTO, I. A.; ALVES, G. Avaliação físico-química e microbiológica de

tilápia submetidas a salga e secagem. In: XVI ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, Blumenau, 2008. **Resumos...** Blumenau, 2008.

IBAMA. Estatística de pesca 2005: Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação de gestão de recursos pesqueiros, 2007. 108 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/rec_pesqueiros/index.php?id_menu=93> .Acesso em: 23 janeiro 2008.

KALIBA, A. R.; NGUGI, C. C.; MACKAMBO, J.; QUAGRAINIE, K. K. Economic profitability of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) production in Kenya. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 38, p. 1129-1136, 2007.

KAMARUZZAMAN, N.; NGUYEN, N. H.; HAMZAH, A.; PONZONI, R. W. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 40, p. 720-728, 2009.

KANG'OMBE, J.; BROWN, J. A.; HALFYARD, L. C. Effect of using different types of organic animal manure on plankton abundance, and on growth and survival of *Tilapia rendalli* (Boulenger) in ponds. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 37, p.1360-1371, 2006,

KNUD-HANSEN, C. F.; HOPKINS, K. D; GUTTMAN, H. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 228, n. 1, p.189–214, 2003.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L.; ONO, E. A.; SAMPAIO, A. V. **Planejamento da produção de peixes**. 3. ed, Piracicaba: Degaspari, 1999. 76p.

KUBITZA, F. **Tilápia – Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2000. 289p.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 82, p. 14-24, 2006.

LEITE, J. A; SALDANHA, C. A; SILVA, A. L. N.; CARMO, J. L. Influência do alimento natural no crescimento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em sua fase juvenil. In: XI CONGRESSO DE ENGENHARIA DE PESCA (CONBEP), Centro de convenções – Olinda, Pernambuco – Brasil, 1999. **Resumos...** Olinda: XI CONBEP E I CONLAEP., 1999. p. 58.

LEONHARDT, J. H. **Efeito da reversão sexual em tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)**. 1997. 128 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

LIMA, E. L. S. **Análise da renda de sete sistemas de produção com piscicultura no Alto Vale do Itajaí – SC**. 2005. 79 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LITI, D.; CHEROP, L.; MUNGUTI, J. ; CHHORN, L. Growth and economic performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed on two formulated diets and two locally available feeds in fertilized ponds. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 36, p. 746-752, 2005.

LITI, D. M.; MUGO, R. M.; MUNGUT, J. M.; WAIDBACHER, H. Growth and economic performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed on three brans (maize, wheat and rice) in fertilized ponds. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p. 239-245, 2006.

LITTLE, D. C.; EDWARDS, P. Impact of nutrition and season on pond culture performance of mono-sex and mixed-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, p. 279-292, 2004.

LORENZON, C. S.; **Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesques-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo.** 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MACIEL JÚNIOR, A. **Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa.** 2006. 51 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI, J. R. ANDRADE-TALMELLI, E. F.; WIRZ, M. V. M. A.; SILVA, A. L. Desempenho produtivo de tilápia tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 53-62, 2007.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia de Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**. Córdoba, V. 55, n. 210, p. 127-138, 2006.

MARENGONI, N. G.; BUENO, G. W.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Desempenho produtivo e viabilidade econômica de juvenis de tilápia-do-Nilo cultivados na região oeste do Paraná sob diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n.2, p. 341-349, 2008a.

MARENGONI, N. G.; POSSAMAI, M.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Performance e retenção de metais pesados em três linhagens de juvenis de tilápia-do-Nilo em hapas. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 30, n.3, p. 351-358, 2008b.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S. BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C.

Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburguers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n.1, p. 168-176, 2009.

MARQUES, N. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; SOARES, T. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) cultivados em baixas temperaturas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v.24, p.97-104, 2003.

MARTELL, D. J.; KIEFFER, J. D.; TRIPPEL, E. A. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. **Journal of Fish Biology**, London, v. 66, p.1558–1575, 2005.

MATAKA, L.; KANG'OMBE, J. Effect of substitution of maize bran with chicken manure in semi-intensive pond culture of *Tilapia rendalli* (Boulenger). **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 38, p. 940-946, 2007.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. BOSCOLO, W. R. Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 479-484, 2000.

PAL, D.; DASGUPTA, C. Microbial pollution in water and its effect on fish. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 4, p. 32–39, 1992.

PANDIAN, T. J.; SHEELA, S. G. Hormonal induction of sex reversal in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.138, p. 1-22, 1995.

PILARSKI, F.; TOMAZELLI JÚNIOR, O.; CASACA, J. M.; GARCIA, F. R. M.; TOMAZELLI, I. B.; SANTOS, I. R. Consórcio Suíno-Peixe: Aspectos Ambientais e Qualidade do Pescado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.267-276, 2004.

QUEIROZ, J. F. **Alimentação Animal**. Ano 3, n.10 (set/out): 20-22p. 1998.

REZK, M. A.; KAMEL, E. A.; RAMADAN, A. A. *et al.* 2002. Comparative growth of Egyptian tilapias in response to declining water temperature. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 207, n. 1-4, p. 239– 247.

RIBEIRO, M. A. G.; KUBO, E.; MAINARDES-PINTO, C. S. R. Efeito do adubo orgânico e da dosagem de fertilizante químico no aumento do fitoplâncton e zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 1, n. 24, p. 57-64, 1997.

ROSA, V.P.; COSTA, P.M.A.; COELHO, M.S.I. Palatabilidade e incidência de patógenos em tilápia do Nilo alimentadas com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.6, p.542-545, 1990.

SCHIMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas: Silvio Romero Coelho / Mogiana Alimentos S.A/ASA. (tradução de Eduardo Ono). 78 p. 1997.

SILVA, M. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com utilização de metodologias convencionais e do sistema Simplate**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, P. C; LIMA, A. M. L. Aspectos sanitários da criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em consorciação com suínos. **Revista Regional de Aqüicultura**, v.4, 1990, 32p.

SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; TAVARES, L. H. S.; SILVA JÚNIOR, R. P. da; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 9-13, 2003.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.3, p. 608-613, 2007.

SIMONE, D. A. The effects of the synthetic steroid 17-alpha-methyltestosterone on the growth and organ morphology of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 84, p.81-93, 1990.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para a alimentação de larvas e alevinos de peixes: algas Clorofíceas. **Biotemas**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 93-106, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; LACERDA, C. H. F.; GALDIOLI, E. M. Níveis de proteína bruta e suplementação com levedura "Spray Dried" em rações associadas à adubação orgânica no cultivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 25, n.2, p.103-110, 2007.

SONODA, D. Y. **Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques-rede para diferentes mercados**. 2002. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Economia Aplicada) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 3. Feeding methods**. Brasilia : FAO, 1988, 208 p.

TACON, A. G. J.; DE SILVA, S. S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming system in the tropics. **Aquaculture**, Amsterdam, v.151, p.379-404, 1997.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12^o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais...** p. 111-118.

VIEIRA, K.V.M.; MAIA, D.C.C.; JANEIRO, D.I. et al. Influência das condições higiênico-sanitárias no processo de beneficiamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Higiene Alimentar**, Itapetininga, v.14, n.74, p.37-40, jul. 2000.

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**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.

WAIDBACHER, H.; LITI, D. M.; FUNGOMELI, M.; MBALUKA, R. K.; MUNGUTI, J. M.; STRAIF, M. Influence of pond fertilization and feeding rate on growth performance, economic returns and water quality in a small-scale cage-cum-pond integrated system for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 37, p. 294-600, 2006.

YANG, Y.; LIN, C. K. Integrated cage culture in ponds: concepts, practice and perspectives. In: Internacional Symposium on cage Aquaculture in Asia, 1., Manila, 2000. **Proceedings...** Manila: AFS, WAS. p. 233-240.

YI, Y.; LIN, C. K. Effects of biomass of caged Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 195, p. 253-267, 2001.

YI, Y.; DIANA, J. S.; SHRESTHA, M. K.; LIN, C. K. Culture of mixed-sex Nile tilapia with predatory snakehead. In: 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE PHILIPPINE INTERNATIONAL CONVENTION, MANILA, 2004. **Proceedings...** Manila, p. 544-557.

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA

Resumo

Considerando o elevado custo de produção de tilápias em tanques-rede, uma das possibilidades para a redução do mesmo é a produção mais econômica dos juvenis. Como na fase inicial os juvenis aproveitam eficientemente o alimento natural dos viveiros, uma avaliação minuciosa dos aspectos produtivos torna-se necessária. Com esse intuito, foi realizado um experimento para avaliar o desempenho zootécnico de tilápias do Nilo, submetidas ou não ao processo de reversão sexual, em três diferentes sistemas de cultivo (semi-intensivo com utilização de fertilizante orgânico ou dieta formulada e sistema intensivo em hapas) na fase de recria. Não se observaram diferenças no desempenho de peixes revertidos ou não revertidos. Os peixes dos tratamentos submetidos ao sistema semi-intensivo com dieta formulada apresentaram melhores ($p < 0,05$) ganho em peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico (42,3g; 1,17; 3,71%, respectivamente). Não foram observadas diferenças significativas para sobrevivência entre os tratamentos estudados. A composição centesimal da carcaça apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) para os valores de matéria seca, gordura e cinzas entre os sistemas produtivos. Diferenças significativas foram também observadas para a proporção de machos, onde se verificou maiores valores para o grupo de animais revertidos (93,82 e 99,43%), nas classes de tamanho pequena (P) e média (M), respectivamente.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, reversão sexual, recria, desempenho.

CHAPTER 2 - GROWTH PERFORMANCE OF MONO OR MIXED-SEX NILE TILAPIA: GROWING PHASE USING ORGANIC FERTILIZER OR BALANCED DIET

Abstract

Considering the high production cost of tilapia reared in cages, a possibility for cost reduction is the use of alternative production system. During the initial growth phase the Nile tilapia juvenile is able to consume the natural food and this alternative should be evaluated. This study aimed to evaluate the growth performance of mono and mixed-sex Nile tilapia juvenile submitted to three production systems (semi-intensive using fertilizer or formulated diet, and intensive system using formulated diet). There was no statistical difference on growth performance of mono and mixed-sex Nile tilapia. The fish in semi-intensive system fed with formulated diet have shown higher ($p < 0.05$) weight gain, feed conversion and specific growth rate (42.3g; 1.17 and 3.71%, respectively). There was no difference ($p > 0.05$) among the survival rates. The body composition displayed significant differences ($p < 0.05$) for dry matter, fat and ash among fish reared in the different production systems. Significant differences were also observed regarding male proportion, and the highest values were observed for the mono-sex groups (93.82 and 99.43%) in the fish size classes considered small (<8.5 cm) and medium (8.5 > 13.5 cm), respectively.

Key-words: Nile tilapia, sex reversal, growing phase, growth performance, body composition.

INTRODUÇÃO

A produção nacional de pescado cresceu de forma expressiva nas duas últimas décadas. Dentre as espécies cultivadas, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie que apresenta maior produção aquícola. De acordo com dados do IBAMA (2010), a produção brasileira de peixes oriundos da aquicultura continental em 2007 foi de 209.812 toneladas, sendo que a tilápia do Nilo contribuiu com uma produção de 95.091 toneladas, correspondendo a 45,3% da produção total de peixes cultivados no país.

A utilização de tilápias do Nilo sem distinção de sexo foi prática comum em diversos países durante décadas. No entanto, nos últimos vinte anos, a produção de populações monossexuais masculinas, produzidas por meio da administração de hormônios androgênicos, tornou-se uma prática comum, apresentando como vantagens o controle da reprodução excessiva, maiores taxas de crescimento e eficiência de utilização do alimento, redução da agressividade e territorialidade, e maior uniformidade dos lotes (EL-SAYED, 2006).

No entanto, a utilização desses hormônios masculinizantes vem sendo contestada por diversos autores, que relataram efeitos nocivos da utilização de metiltestosterona ao organismo, principalmente no fígado (SIMONE, 1990; GANNAM e LOVELL, 1991; GAYÃO, 2009). GAYÃO (2009) verificou que a reversão sexual por meio da adição do hormônio 17- α -metiltestosterona na dieta ocasionou problemas de deformidades no fígado, com aspecto gorduroso e friável, quando se utilizou concentrações de 60 mg kg⁻¹. De acordo com o autor, os problemas causados ao fígado na fase inicial persistem nas demais fases e são agravados por altos teores protéicos e menor valor nutricional dos ingredientes utilizados para a elaboração das dietas comerciais.

Outro problema recorrente refere-se aos diferentes sistemas de produção utilizados na fase de recria de tilápia do Nilo e como estes interferem nos fatores produtivos, de crescimento, sobrevivência e econômicos em relação à utilização de peixes submetidos ou não ao processo de reversão sexual. Nesse sentido, já se observam em alguns países, como o Vietnã (PHUONG, comunicação pessoal) e México (CONTRERAS-SANCHÉZ, comunicação pessoal), produtores que não realizam a reversão sexual das

larvas de tilápia quando as mesmas são destinadas à criação em tanques-rede, onde os animais não constroem ninhos e, portanto, a reprodução não é um problema significativo.

Recentemente, KAMARUZZAMAN et al. (2009) compararam o desempenho produtivo de tilápias do Nilo de linhagem GIFT não revertidas, revertidas e a progênie de machos YY. Os autores não verificaram diferenças de peso corporal e comprimento total, entretanto, os mesmos apontam que os resultados não devem ser extrapolados para sistemas de produção comerciais, onde o peso médio de comercialização geralmente é maior do que o observado no experimento, evidenciando a necessidade de um maior número de pesquisas a respeito da utilização de peixes não revertidos em criações comerciais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os parâmetros de crescimento, ganho em peso, ganho em comprimento, consumo diário, conversão alimentar, composição corporal, fator de condição, sobrevivência e proporção sexual (% de machos) de juvenis de tilápia do Nilo submetidos ou não ao processo de reversão sexual em diferentes sistemas de produção, durante a fase de recria.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações e condições experimentais

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), Jaboticabal, São Paulo (Lat. 21°15'S, Long. 48°18'W), durante um período de 133 dias (27 de maio a 6 de outubro de 2009).

Foram utilizados doze viveiros de alvenaria com fundo de terra (volume útil de 40 m³), dotados de sistemas de abastecimento e escoamento contínuos (vazão média de 1,83 litros/minuto), e seis hapas com volume de 1 m³ e diâmetro de malha de 5 mm, instalados em represa de 1800 m² e profundidade média de 2 metros. Previamente ao início do experimento, os viveiros foram drenados e secos ao sol, e o excesso de sedimento do fundo foi removido. Posteriormente, efetuou-se a calagem (cal virgem) como ação preventiva

contra peixes invasores. Em cada viveiro dos tratamentos de alimentação natural aplicou-se 500g/m² de esterco suíno (adubação inicial).

Em dias alternados, no período da manhã e da tarde (8:00 e 18:00), foram determinadas as variáveis de qualidade da água: temperatura e oxigênio dissolvido (YSI- *Yellow Springs Instruments* 550A), na saída de água dos viveiros e no interior dos hapas. O pH (PHTEK – pH100) e condutividade elétrica (PHTEK – CD203) foram determinados em dias alternados, uma vez ao dia (8:00). Semanalmente procedeu-se à verificação da transparência da água (disco de Secchi). Quinzenalmente foram coletadas amostras de água dos viveiros e tanques-redes para determinação de amônia (KOROLEFF, 1976), nitrato, nitrito (MACKERETH et al., 1978), fósforo total e alcalinidade total (GOLTERMAN et al., 1978).

Material biológico e manejo

Os juvenis de tilápia do Nilo utilizados no ensaio foram provenientes da Piscicultura XV de Novembro, localizada em São João da Boa Vista, São Paulo. Devido à falta de homogeneidade dos lotes adquiridos, estes foram classificados em classes de tamanho (P, M e G), sendo distribuídos nas mesmas proporções nos viveiros escavados e nos tanques-rede. Os peixes foram estocados em dois momentos devido à indisponibilidade do número total de peixes necessários para a realização do presente estudo.

Inicialmente, 5.400 juvenis de tilápia do Nilo da linhagem Tailandesa, revertidos e não revertidos, com peso médio inicial de 0,32 ± 0,08 g e 0,35 ± 0,08 g, respectivamente, foram distribuídos nos 12 viveiros de alvenaria com fundo de terra, e em 6 hapas. Após dez dias, 7.520 juvenis revertidos e não revertidos, com peso médio inicial de 1,40 ± 0,48g e 1,23 ± 0,43 g, foram distribuídos da mesma maneira (realizando-se nova classificação e respeitando-se as proporções de P, M e G), entre os tratamentos propostos. As densidades utilizadas foram de 20 peixes/m³ nos viveiros escavados e de 600 peixes/m³ nos hapas.

Foram realizadas medidas individuais de peso utilizando-se balança digital (MARTE - AS2000C) e comprimento total (ictiômetro) de 10% dos peixes de cada viveiro, no início e a cada 30 dias do período experimental, para

acompanhamento do crescimento e ajuste da taxa de alimentação. Os peixes foram coletados com rede de arrasto e anestesiados com benzocaína na proporção de 0,1 g/L de água.

Os peixes dos tratamentos que receberam dieta formulada (ração comercial extrusada Pirá Alevino[®], contendo 40% de proteína bruta e diâmetro de pelete de 1,7 mm), eram alimentados quatro vezes ao dia (9:00; 11:00; 14:00 e 17:00), até a saciedade aparente. Foi realizada observação após o fornecimento e o alimento fornecido foi considerado consumido. A quantidade de alimento consumido foi obtida no final do período experimental, calculado através da diferença entre a quantidade inicial e final da ração previamente pesada e separada para ser fornecida em cada viveiro. Nos tratamentos de alimentação natural a quantidade de fertilizante orgânico (esterco de suíno) utilizada foi de 500 g/m³ na adubação inicial e 80 g/m³ na adubação suplementar semanal, sendo monitorada a transparência da água por meio de disco de Secchi.

A análise de matéria seca (estufa a 105°C até obtenção de peso constante), extrato etéreo (extrator Soxhlet), proteína bruta (Kjeldhal), cinzas (mufla a 600°C por 3 horas) e energia bruta (bomba calorimétrica PARR® 1281) da dieta comercial e do esterco suíno (Tabela 1) foram realizadas segundo A.O.A.C. (1990).

Tabela 1. Composição centesimal da dieta formulada e esterco utilizado para fertilização dos viveiros experimentais.

Alimento	MS (%)	PB (%) *	EE (%) *	MM (%) *	EB (kcal/kg)
Dieta formulada comercial	91,2	38,1	5,2	10,6	4249,31
Esterco suíno	34,7	7,25	2,5	15,2	3846,16

*Valores expressos na matéria seca original. MS = matéria seca; PB = proteína bruta EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; EB = energia bruta.

Ao término do período experimental, realizou-se a despesca total dos viveiros e tanques-redes, e os peixes foram quantificados e classificados em classes de tamanho, baseando-se no comprimento total, para determinação da sobrevivência e determinação da proporção de machos em cada classe. As

classes de tamanho consideradas foram: até 8,5 cm (tamanho pequeno – P), de 8,5 a 13,5 cm (tamanho médio – M), de 13,5 a 18 cm (tamanho grande – G) e maiores que 18 cm (tamanho extra grande – GG).

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos em sistema fatorial 3 x 2 (correspondente aos sistemas de cultivo semi-intensivo com utilização de fertilizante orgânico ou dieta formulada e intensivo e aos dois grupos de animais, submetidos ou não a reversão sexual), com três repetições cada. Os tratamentos foram:

- TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros;
- TNRR: Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros;
- TRE: Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros;
- TNRE: Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros;
- TRH: Tilápias revertidas em hapas (H - hapas);
- TNRH: Tilápias não revertidas em hapas.

Parâmetros zootécnicos avaliados

Os parâmetros zootécnicos avaliados foram: ganho médio em peso (GP), ganho médio em comprimento (GC), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição de Fulton (K) e taxa de sobrevivência (S), obtidos de acordo com as seguintes fórmulas:

$$a) GP (g) = PF - PI$$

onde:

GP = ganho em peso (g)

PF = peso final (g)

PI = peso inicial (g)

$$b) GC (cm) = CF - CI$$

onde:

GC = ganho em comprimento (cm)

CF = comprimento final (cm)

CI = comprimento inicial (cm)

$$c) CAA = AI/GP$$

onde:

CAA = conversão alimentar aparente

AI = alimento ingerido (g)

GP = ganho em peso (g)

$$d) TCE (\%/dia) = 100((\ln W_t - \ln W_o)/T)$$

onde:

TCE (%/dia) = taxa de crescimento específico

W_t = peso total final em grama

W_o = peso total inicial em grama

T = tempo de duração do experimento (dias)

$$e) K = 100 (P/L^3)$$

onde:

K = fator de condição de Fulton (LE CREN, 1951)

P = peso (g)

L = comprimento padrão (cm)

$$f) S (\%) = 100 (Nf/Ni)$$

onde

S (%) = taxa de sobrevivência

Nf = Número de peixes obtidos ao final do período experimental

Ni = Número de peixes no início do período experimental.

Composição centesimal da carcaça

Ao início e ao término do período de recria foram coletadas amostras de 10 peixes, mantidos em jejum, de cada réplica experimental, sacrificados por imersão em gelo e congelados para posterior determinação dos parâmetros de composição corporal. O material moído foi seco em estufa de circulação forçada, a 65° C, até obtenção de peso constante, para posterior realização das análises de matéria seca, proteína bruta, lipídeos, cinzas e energia bruta (A.O.A.C., 1990).

Identificação do sexo dos juvenis

Ao final do experimento, os animais de cada réplica foram separados em classes de tamanho, de acordo com o comprimento total e 20% dos peixes de cada classe foram submetidos a análise através de exame macroscópico da papila urogenital evidenciada com azul de metileno a 1% (AFONSO e LEBOUTE, 1993). Nas classes de tamanho onde foi verificado um pequeno número de peixes, procedeu-se a identificação do sexo de todos os indivíduos. A proporção de machos (%) em cada classe de tamanho foi determinada da seguinte forma:

% de machos = $(n^{\circ} \text{ de machos} / n^{\circ} \text{ total de peixes sexados}) \times 100$.

Análise estatística

Os resultados de desempenho produtivo (GP, GC, CAA, TCE e S), de composição centesimal da carcaça e proporção sexual foram submetidos ao teste F para análise de variância, em esquema fatorial, e as médias, quando significativamente diferentes, foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de significância). Os resultados de qualidade da água foram analisados por ANOVA, considerando um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos. A normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias foram verificadas pelo testes de Cramer Von-Mises e Brown-Forsythe, respectivamente. Os resultados percentuais (S, TCE e proporção sexual) foram transformados em arco seno antes da ANOVA. Todas as análises estatísticas e transformações foram realizadas pelo programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.0 (SAS INSTITUTE INC., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância, coeficientes de variação e médias comparadas pelo teste de Tukey das variáveis físicas e químicas da água, referente aos diferentes sistemas de produção são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis físicas e químicas da água dos viveiros e hapas de criação de tilápia do Nilo.

Variáveis	Sistemas de Produção						Valor de F	CV (%)
	TRR	TNRR	TRE	TNRE	TRH	TNRH		
OD manhã (mg/L)	5,4 a	5,8 a	5,8 a	5,5 a	4,1 b	4,2 b	7,26*	10,02
OD tarde (mg/L)	8,4 a	7,7 a	8,2 a	8,6 a	7,0 b	7,1 b	5,63*	6,55
T manhã (°C)	20,6 b	20,4 b	20,5 b	20,8 ab	21,5 a	21,5 a	6,97*	1,57
T tarde (°C)	22,5	22,3	22,6	23,0	23,2	23,2	1,64 ^{ns}	2,13
pH	6,8	6,8	7,0	6,9	6,9	6,9	0,52 ^{ns}	3,12
Condutividade elétrica (µSm/cm)	38,4 c	39,0 c	43,6 b	43,7 b	63,7 a	63,5 a	145,26*	3,43
Transparência (cm)	121,2 a	114,7 a	79,5 b	66,5 b	83,5 ab	83,5 ab	6,83*	15,37
Alcalinidade (mg/L)	34,5 c	38,8 bc	41,0 b	40,2 b	51,0 a	50,0 a	21,52*	5,67
N-Amoniacal (µg/L)	160,6	184,4	146,7	113,3	181,3	166,4	1,20 ^{ns}	25,71
N-Nitrito (µg/L)	15,5	9,3	8,4	8,9	10,2	11,3	1,26 ^{ns}	38,62
N-Nitrato (µg/L)	521,4 a	490,7 a	385,4 b	351,3 b	450,3 ab	504,7 a	6,46*	10,69
Fósforo total (µg/L)	106,1 c	96,8 c	249,5 a	282,3 a	185,9 a	122,2 b	9,59*	23,89

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. ^{ns} – não significativo; * - significativo ao nível de 5%.

A análise de variância demonstrou efeito significativo dos sistemas de produção sobre as variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, transparência, alcalinidade total, amônia, nitrato e fósforo total ($p < 0,05$).

O aumento da concentração de fósforo total observado no experimento é semelhante ao obtido por BACCARIN (2002) que também verificou valores superiores de fósforo dissolvido em viveiros adubados com esterco de galinha poedeira. Além dos níveis de fósforo, o autor também verificou diferenças significativas de condutividade elétrica, que apresentaram valores superiores no tratamento de fertilização orgânica.

Embora o uso de ração contribua para o aumento da produção de peixes, se utilizado de maneira incorreta pode levar a redução na qualidade da água e, conseqüentemente, afetar a produtividade (YOSHIDA, 1996). No presente estudo, entretanto, a maioria das variáveis limnológicas, com exceção da transparência, permaneceram dentro dos níveis aceitáveis para a criação de tilápia do Nilo, de acordo com POPMA e LOVSHIN (1995) e KUBITZA (2000), e, de fato, não foram observadas mortandades ou comportamento atípico dos peixes que pudessem ser atribuídos à qualidade da água dos viveiros e tanques-redes.

Os resultados de transparência de água nos viveiros submetidos à fertilização orgânica apresentaram-se abaixo dos bons níveis de indicação de produtividade, entre 45 e 60 cm, segundo SIPAÚBA-TAVARES (1998). Entretanto, os valores observados foram semelhantes aos obtidos por JOMORI (2001), nos mesmos viveiros de cultivo utilizando fertilização orgânica (esterco de aves). A variação na transparência da água entre os tratamentos estudados durante o período experimental é demonstrada na Figura 1.

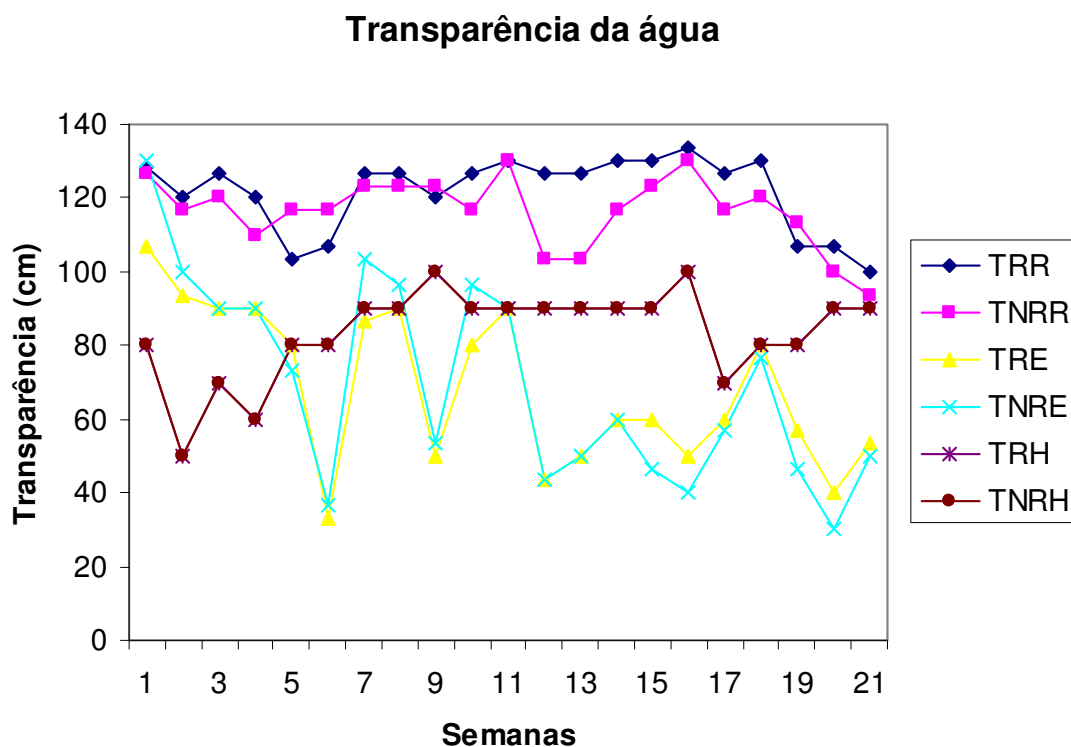


Figura 1. Variações na transparência da água durante o período experimental. **TRR**: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR**: Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE**: Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE**: Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH**: Tilápias revertidas em hapas (H - gaiolas); **TNRH**: Tilápias não revertidas em hapas.

Nos dois primeiros meses de criação, pode-se observar que o crescimento dos peixes (Figura 2) foi praticamente semelhante entre os tratamentos. A partir do terceiro mês o crescimento dos peixes submetidos ao tratamento de alimentação natural foi inferior em relação aos demais.

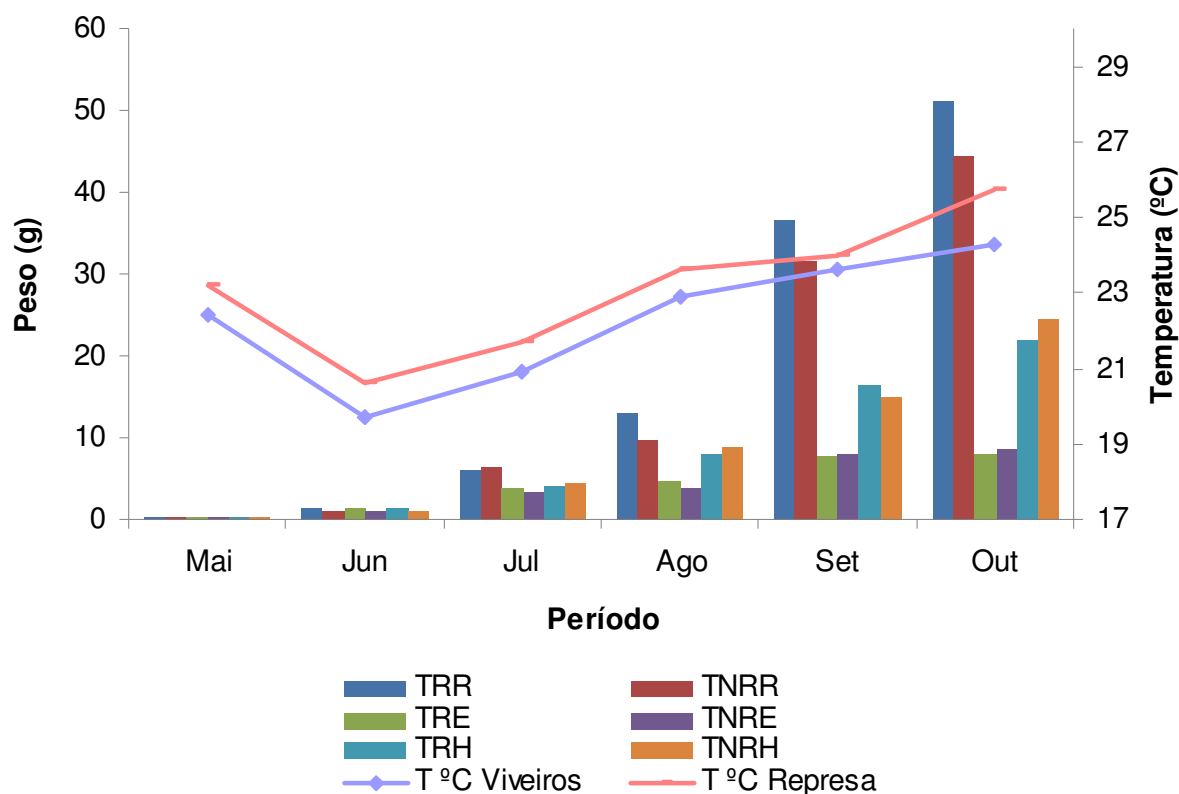


Figura 2. Peso médio (g) dos peixes durante a fase de recria, e temperatura média da água (°C). **TRR**: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR**: Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE**: Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE**: Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH**: Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH**: Tilápias não revertidas em hapas.

Os resultados do desempenho produtivo da tilápia do Nilo, na fase de recria, avaliado por meio da determinação do ganho em peso médio, ganho em comprimento, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico consumo diário, fator de condição e taxa de sobrevivência são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de ganho médio em peso (GP), ganho médio em comprimento (GC), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), consumo diário, fator de condição (K) e taxa de sobrevivência (S), ao final de 133 dias de experimento.

Fatores							
Sistema de Produção							
	GP (g)	GC (cm)	CAA	TCE (%.dia ⁻¹)	Consumo (g.dia ⁻¹)	K	S (%)
Semi-intensivo - Dieta formulada	42,33 A	9,88 A	1,18 A	3,71 A	269,76 A	2,29	85,96
Semi-intensivo – Alimentação Natural	8,38 C	4,34 C	-	2,40 C	-	2,24	90,20
Intensivo – Hapas	23,24 B	6,98 B	1,79 B	3,18 B	172,80 B	2,43	89,00
Reversão Sexual							
Revertidas	21,27	7,13	0,99	3,12	147,73	2,30	90,37
Não revertidas	25,93	7,00	0,89	3,07	147,31	2,34	85,93
Valores de F							
Sistema de produção	144,91*	44,60*	104,92*	85,19*	39375,2*	1,61 ^{ns}	0,52 ^{ns}
Reversão Sexual	2,58 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,29 ^{ns}
Interação: Sistema de produção x Reversão Sexual	0,45 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,38 ^{ns}
CV (%)	13,72	14,36	21,95	5,63	1,14	8,41	8,07

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. ^{ns} – não significativo; * - significativo ao nível de 5%.

Observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para os parâmetros zootécnicos ganho em peso, ganho em comprimento, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e consumo para os diferentes sistemas de produção estudados. Os melhores valores foram observados nos peixes submetidos ao sistema semi-intensivo com utilização de dieta completa (ração), seguida do sistema intensivo em hapas. Os piores valores observados foram obtidos nos tratamentos submetidos ao sistema semi-intensivo utilizando fertilização orgânica. Não foram observadas diferenças significativas nas taxas de sobrevivência e fator de condição, independente do sistema de produção utilizado.

O melhor desempenho produtivo de tilápias cultivadas em viveiros escavados, alimentadas com dietas completas em relação aos peixes mantidos em hapas, pode ser explicado pela densidade utilizada. MEDRI et al. (1999), atribuíram o baixo índice de crescimento obtido em tilápias do Nilo mantidas em tanques-redes, alimentadas com diferentes níveis de levedura, ao pouco espaço disponível para cada exemplar, não obedecendo ao limite de densidade populacional.

A perda de ração através das telas dos hapas observada durante o experimento explica a conversão alimentar aparente mais alta obtida no sistema intensivo. BOZANO et al. (1999) afirmaram que gaiolas de menor tamanho podem apresentar problemas com perda de ração pelas laterais, principalmente se os contentores de ração não estiverem bem posicionados. Entretanto, na fase de recria, KUBITZA (2006), preconiza que se deve priorizar o máximo crescimento dos animais, em detrimento da conversão alimentar.

As baixas temperaturas da água observadas durante os dois primeiros meses de criação, culminando com o período de inverno (aproximadamente 23°C), constituíram-se em outro fator que comprometeu o desenvolvimento dos peixes. Segundo KUBITZA et al. (1999), a faixa de temperatura para conforto térmico de tilápias do Nilo está entre 27°C a 32°C , sendo que temperaturas inferiores reduzem o consumo alimentar e o crescimento dos animais.

BERNARDES et al. (1998) relataram decréscimo no desempenho produtivo de tilápias do Nilo mantidas em sistema de criação intensiva, tipo *raceway*, durante o inverno. Em condições de temperaturas inferiores a 26°C observaram-se influências no metabolismo basal, prejudicando, desta forma, o

desenvolvimento dos peixes neste período. De maneira similar ao presente experimento, MEDRI et al. (1999) também atribuíram o baixo crescimento de tilápias mantidas em tanques-redes às baixas temperaturas verificadas no inverno, na região de Londrina, Paraná.

Os peixes submetidos à alimentação natural apresentaram um ganho em peso 80,1% menor em relação aos peixes alimentados com dietas completas em viveiros e 63,8% menor para peixes cultivados em tanques-redes, respectivamente. Semelhante aos resultados obtidos no experimento, BACCARIN (2002), também verificou um pior desempenho produtivo de tilápia do Nilo em viveiros fertilizados, apresentando uma produção total 77,63% inferior aos animais alimentados com dietas formuladas. De acordo com o mesmo autor, a tilápia do Nilo possui grande capacidade de aproveitamento do alimento natural, entretanto, seu crescimento decresce quando atinge a capacidade de carga, porque a quantidade de alimento natural, embora de excelente qualidade, não é suficiente para suportar o rápido crescimento, e para máxima expressão genética do ganho de peso faz-se necessário o fornecimento de dietas capazes de satisfazer as necessidades nutricionais dessa espécie.

A utilização de alimento natural por meio de fertilização orgânica pode contribuir para uma produção economicamente sustentável. No entanto, no presente estudo, a frequência de fertilização pode ter influenciado o desenvolvimento dos peixes. CASACA et al. (2005) preconizam que quanto mais frequente for a aplicação do esterco, melhor será o resultado de produção do viveiro, sendo observadas maiores produtividades com o aporte diário, quando comparadas ao aporte semanal. Os autores afirmaram ainda que quanto mais diluído for o esterco, melhor será a produtividade primária e heterotrófica.

O fator de condição (K) é uma medida quantitativa do bem-estar dos peixes, podendo fornecer uma possível relação da sua condição corporal e/ou estado fisiológico com o meio em que vive e, portanto, deve permanecer constante, independente do tamanho que o peixe possa ter em algum período da vida (GOMIERO e BRAGA, 2003; LEMOS et al., 2006). No presente trabalho não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os fatores de condição para os tratamentos estudados (Tabela 3). Da mesma

forma, CARNEIRO et al. (1999) também não observaram diferenças no fator de condição de tilápias vermelhas da Flórida produzidas em tanques-rede. BOSCOLO et al. (2001), comparando o desempenho das linhagens tailandesa e comum, durante a fase inicial e de crescimento, também não verificaram diferenças estatísticas entre as diferentes linhagens estudadas.

Não foram verificadas diferenças significativas entre peixes submetidos ou não ao processo de reversão sexual, independente do sistema de produção utilizado (Tabela 3). De maneira semelhante, KAMARUZZAMAN et al. (2009), não verificaram diferenças significativas entre tilápias do Nilo submetidas ou não ao processo de reversão sexual, com utilização do hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, e a progênie de machos YY da linhagem GIFT, não sendo observadas diferenças para peso corporal e comprimento total. Entretanto, os mesmos relatam que estes resultados não devem ser aplicados para sistemas de produção comerciais, onde o peso médio de abate geralmente é maior do que o observado no experimento, demonstrando a necessidade de maiores estudos a respeito da utilização de peixes não revertidos em criações comerciais.

De acordo com LITTLE e EDWARDS (2004), a utilização de tilápias de sexo misto ou monossexo também não influenciaram o desempenho produtivo, durante a fase de larvicultura e recria, quando submetidas a diferentes sistemas alimentares em duas estações do ano na Tailândia. No entanto, os autores verificaram uma proporção significativamente maior de peixes pequenos (menores que 5 cm), nos tratamentos onde se utilizaram peixes não revertidos.

Embora não tenham sido constatadas diferenças para ganho em peso, conversão alimentar aparente, consumo alimentar e taxa de crescimento específico entre grupos de tilápias revertidas ou não revertidas no presente estudo, TOGUYENI et al. (1997) obtiveram melhores taxas de consumo, conversão alimentar e maiores taxas de crescimento específico para tilápias monossexo machos em relação aos tratamentos constituídos somente por fêmeas ou de sexo misto (50% de machos e 50% de fêmeas).

LEONHARDT e URBINATI (1999) realizaram um estudo comparativo entre machos de tilápia do Nilo, sexados por meio da identificação de diferenças anatômicas externas da papila urogenital e revertidos sexualmente,

durante a fase de engorda, em tanques-rede. Os autores não observaram diferenças significativas entre os incrementos em peso e comprimento nos dois grupos de animais, demonstrando que sexagem visual pode ser uma alternativa ao uso de hormônios androgênicos.

Em sistemas intensivos, como em sistemas de tanques-rede ou gaiolas, onde os peixes não apresentam a capacidade de se reproduzir, a utilização de tilápias de sexo misto apresenta-se como uma opção viável frente à utilização da técnica de reversão sexual por meio de administração hormonal. GAYÃO (2009) não observou diferenças significativas no desempenho zootécnico de animais submetidos ou não a reversão sexual, cultivados em tanques-rede, na fase de engorda. Segundo o autor, a separação dos peixes por sexo pode ser uma alternativa à reversão sexual, que ocasiona danos ao fígado dos peixes, comprometendo o crescimento.

O resultado da análise estatística para composição centesimal da carcaça para os diferentes sistemas produtivos e grupos de animais são apresentados na Tabela 4.

A partir dos dados apresentados, observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as composições centesimais da carcaça para matéria seca, gordura, cinzas e energia bruta entre os sistemas de produção estudados (Tabela 4). Maiores valores de matéria seca, gordura e energia bruta foram observados nos peixes dos tratamentos com oferecimento de dieta comercial. Os menores teores de gordura e maiores teores de cinzas observados em carcaças de animais submetidos ao sistema semi-intensivo com alimentação natural podem ser explicados pela taxa de crescimento reduzida neste sistema.

A utilização de dietas formuladas afeta diretamente a composição da carcaça. BACCARIN (2002) avaliou a composição centesimal do filé e porcentagem de gordura visceral de tilápias do Nilo, encontrando maiores valores de proteína bruta e gordura no filé e gordura visceral para peixes alimentados com dietas completas. Diferentemente dos dados obtidos no presente estudo, o autor não observou diferenças significativas para os teores de cinzas, independente do tipo de alimentação oferecida. De maneira semelhante, HANLEY (1991) também obteve menores valores de gordura corporal e visceral para tilápias do Nilo produzidas em viveiros não arraçoados.

Tabela 4. Composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo, submetidos ou não ao processo de reversão sexual, em diferentes sistemas de produção, ao final de 133 dias de experimento.

Fatores					
Sistema de Produção					
	Matéria seca (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Energia bruta (kcal/kg)
Semi-intensivo – Dieta formulada	21,94 B	49,87	23,96 A	3,55 B	4828,8 A
Semi-intensivo – Alimentação Natural	18,70 C	51,05	4,99 B	5,40 A	3758,3 B
Intensivo – Hapas	25,92 A	49,03	24,77 A	3,94 B	5467,4 A
Reversão Sexual					
Revertidas	22,27	50,29	17,86	4,13 B	4790,9
Não revertidas	22,11	49,67	17,96	4,52 A	4578,8
Valores de F					
Sistema de produção	94,44*	0,37 ^{ns}	110,78*	91,12*	20,57*
Reversão sexual	0,14 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	7,30*	0,93 ^{ns}
Interação: Sistema de produção x Reversão	3,12 ^{ns}	3,41 ^{ns}	2,64 ^{ns}	3,08 ^{ns}	3,07 ^{ns}
CV (%)	4,11	8,19	14,54	5,75	9,95

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. ^{ns} – não significativo; * - significativo ao nível de 5%.

Os valores de composição centesimal da carcaça obtidos no experimento se assemelharam com os obtidos por OSMAN et al. (2008), em estudo comparativo de sistemas de produção de tilápias do Nilo utilizando

diferentes combinações de fertilizantes orgânicos, inorgânicos e dieta formulada em viveiros escavados. Os autores também obtiveram menores valores de matéria seca, gordura e proteína e maiores valores de cinzas na carcaça, para peixes do tratamento que recebeu exclusivamente alimento natural, por meio da fertilização orgânica e inorgânica.

O resultado da análise estatística das proporções de machos ao final da fase de recria dos juvenis de tilápia do Nilo é apresentado na Tabela 5.

Observaram-se diferenças significativas na proporção de machos submetidos ou não ao processo de reversão sexual, para as classes de tamanho pequena (P) e média (M). Na classe de tamanho com peixes grandes (G) não foram verificadas diferenças significativas entre o grupo de animais revertidos ou não revertidos.

Os valores encontrados no presente estudo encontraram-se acima dos obtidos por GAYÃO (2009) que, na fase de recria de tilápia do Nilo, obteve valores de 86,72% e 67,19%, para juvenis revertidos e não revertidos, respectivamente. SMITH e PHELPS (1996) verificaram valores de 82 a 92% de machos, quando se utilizou 60 mg de MT.kg⁻¹ na dieta por um período de 28 dias. GALE et al. (1999) também averiguaram uma proporção de 92% de machos por meio da administração de 60 mg de MT.kg⁻¹. Em outro estudo, MAINARDES-PINTO et al. (2000), estudando dois tipos de dieta comercial, encontraram valores de 89 e 92% de machos para tilápias alimentadas com 30 mg de MT.kg⁻¹ e 99 e 98% de machos de tilápias alimentadas com 60 mg de MT.kg⁻¹.

Uma das possíveis explicações para as altas proporções de machos obtidas para o grupo de animais não revertidos pode ser atribuída à temperatura da água após o período de eclosão. Estudos recentes sobre a tilápia do Nilo demonstraram que altas temperaturas causam efeitos semelhantes aos provocados pelos hormônios esteróides na reversão sexual, com variações nas proporções macho:fêmea de acordo com a termossensibilidade das linhagens e famílias de peixes estudados (ABUCAY et al, 1999; BARAS et al., 2001). BORGES et al. (2005) investigaram os efeitos da exposição à alta temperatura da água na produção de populações monossexo macho de tilápia do Nilo da linhagem Chitralada, verificando uma maior

proporção de machos (72,39%) submetidos à temperatura alta (35° C) em relação ao grupo controle (27° C), onde a proporção encontrada foi de 62,7%.

Tabela 5. Médias de proporção de machos de tilápia do Nilo, submetidos ou não ao processo de reversão sexual, em diferentes sistemas de produção e classes de tamanho, ao final de 133 dias de experimento.

Fatores			
Sistema de produção			
	P	M	G
Semi-intensivo – Dieta formulada	85,56	91,45	96,45
Semi-intensivo – Alimentação Natural	87,76	95,62	86,67
Intensivo – Hapas	94,15	96,34	100
Reversão Sexual			
Revertidas	93,82 A	99,43 A	87,93
Não revertidas	84,51 B	89,51 B	87,48
Valores de F			
Sistema de produção	3,34 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,81 ^{ns}
Reversão sexual	10,89*	19,97*	0,00 ^{ns}
Interação: Sistema de produção x Reversão	0,18 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,00 ^{ns}
CV (%)	6,71	4,98	38,02

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. ^{ns} – não significativo; * - significativo ao nível de 5%.

Outro problema relativo à alta proporção de machos observada nos lotes de tilápias não revertidas pode estar associado ao efeito acumulativo do hormônio nos viveiros de cultivo. CONTRERAS-SÁNCHEZ et al. (2001) avaliaram o efeito da contaminação da água e do solo de viveiros por 17- α -

metiltestosterona e verificaram que o mesmo pode permanecer na água e no solo, por até três meses após o período de oferecimento da dieta destinada à masculinização de larvas de tilápia.

ABUCAY e MAIR (1997) avaliaram as implicações da aplicação de hormônios masculinizantes e feminilizantes em sistema fechado de água, e verificaram a ocorrência de reversão sexual incidental no grupo controle, como resultado do acúmulo de metabólitos na água dos tratamentos que receberam dieta acrescida dos esteróides, evidenciando, desta maneira, a possibilidade de reversão sexual em lotes de sexo misto.

GOMELSKY et al. (1994) encontraram diferenças significativas na masculinização de carpas comuns (*Cyprinus carpio*), expostas a efluente de água contendo resíduos de dietas contendo metiltestosterona. Os efeitos da masculinização foram mais evidentes nos sistemas com recirculação em relação aos sistemas com fluxo contínuo de água, sugerindo que a metiltestosterona e seus metabólitos podem permanecer na água em concentrações capazes de causar reversão sexual.

Em estudo recente, HULAK et al. (2008) verificaram que a administração oral de 17- α -metiltestosterona para carpa comum resultou em níveis detectáveis do esteróide na água, em sistemas de recirculação. Os autores afirmaram ainda que ambas as formas de administração, oral ou por contaminação da água, ocasionaram altas taxas de masculinização, variando de 61,5% a 100%.

Diante do exposto, diversas alternativas ao uso de hormônios masculinizantes vem sendo propostas por diversos pesquisadores. YI et al (2004) investigaram a utilização de peixes predadores (*Channa striata*) em sistemas de policultivo com tilápias não revertidas comparados com monocultivo de peixes revertidos sexualmente, em viveiros escavados. Os pesquisadores não observaram diferenças significativas no desempenho produtivo entre os tratamentos estudados, demonstrando que esta técnica pode ser uma alternativa à utilização da técnica de reversão sexual com utilização de hormônios androgênicos.

O controle da reprodução de tilápia do Nilo por meio da manipulação do fotoperíodo foi estudado por BISWAS et al. (2005), que verificaram que a exposição dos peixes a um fotoperíodo de 6 horas de luz e 6 horas de escuro,

alternadamente, é uma alternativa para o controle de desovas frequentes em tilápias.

Os resultados apresentados reforçam a idéia da necessidade de um maior número de pesquisas e busca por alternativas para produção de machos de tilápia do Nilo, visto que a utilização de hormônios esteróides pode levantar questões éticas e legais com respeito à presença desses produtos nos tecidos dos peixes e ao impacto de sua eliminação no meio ambiente (BARAS et al., 2001).

CONCLUSÕES

Os melhores resultados de desempenho produtivo de tilápia do Nilo, na fase de recria, foram obtidos com utilização de dieta formulada.

Não foram verificadas diferenças significativas entre lotes de tilápias submetidos ou não ao processo de reversão sexual por meio da administração de 17- α -metiltestosterona, durante a fase de recria. Entretanto, evidencia-se a necessidade de maiores estudos a respeito da utilização de hormônios androgênicos para a masculinização de larvas de tilápia do Nilo, considerando-se as implicações no ciclo total de produção, e as possíveis conseqüências sobre a saúde e crescimento dos peixes.

REFERÊNCIAS

ABUCAY, J. S.; MAIR, G. C. Hormonal sex reversal of tilapias: implications of hormone treatment application in closed water systems. **Aquaculture Research**, v. 28, p. 841-845, 1997.

ABUCAY, J. S.; MAIR, G. C.; SKIBINSKI, D. O. F.; BEARDMORE, J. A. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v.173, p.219-234, 1999.

AFONSO, L. O. B.; LEBOUTE, E. M. Método para a sexagem visual de alevinos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). In: ENCONTRO RIOGRANDENSE DE TÉCNICOS EM AQUICULTURA, 4. 1993, Porto Alegre, Brasil, **Anais...**Porto Alegre: UFRGS, p. 100 – 103, 1993.

AOAC. **Official methods of analyses of the Association of Agriculture Chemists**.15th ed. AOAC, Arlington, 1990.

BACCARIN, A. E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares**. 2002. 56 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BARAS, E.; JACOBS, B.; MÉLARD, C. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.192, p.187-199, 2001.

BERNARDES, M. V. S.; PADUA, D. M. C.; SILVA, P. C. 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.

Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.28, n.2, p.95-106, 1998.

BISWAS, A. K.; MORITA, T.; YASHIZAKI, G.; MAITA, M; TAKEUCHI, T. Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 229-239, 2005.

BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Produção de populações monossexo de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 153-159, 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens Tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p.1391-1396, 2001.

BOZANO, G. L. N.; RODRIGUES, S. R. M.; CASEIRO, A. C.; CYRINO, J. E. P. Desempenho de tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (L.) em gaiolas de pequeno volume. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 819-825, 1999.

CARNEIRO, P. C. F.; CYRINO, J. E. P.; CASTAGNOLLI, N. Produção de tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 673-679, 1999.

CASACA, J. M.; TOMAZELLI JUNIOR, O.; WARKEN, J. A. **Policultivos de peixes integrados: o modelo do Oeste de Santa Catarina**. Mércur Indústria Gráfica – Chapecó, 2005. 70p.

CONTRERAS-SÁNCHEZ, W. M.; FITZPATRICK, M. S.; SCHRECK, C. B. Fate of methyltestosterone in the pond environment: impact of MT-contaminated soil on tilapia sex differentiation. In: Eighteen Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, p.

EL-SAYED, A. F.M. (2006) **Tilapia culture**. 1.ed. Cambridge, CABI Publishing. 277p.

GALE, W.L.; FITZPATRICK, M.S.; LUCERO, M.; CONTRERAS, W. M. Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 178, p.349-357, 1999.

GANNAM, A. L.; LOVELL, R.T. Effects of feeding 17-alpha-methyltestosterone, 11-ketotestosterone, 17-beta-estradiol and 3,5,3'-triiodothyronine to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 92, p. 377-388, 1991.

GAYÃO, A. L. B. A. **Nutrição e reversão sexual de Tilápia do Nilo: parâmetros produtivos e estrutura do fígado**. 2009. 100 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. London: IBP, Blackwell Sci. Pub. 1978, 213p.

GOMELSKY, B.; CHERFAS, N. B.; PERETZ, Y.; BENDOM, N.; HULATA, G.,: Hormonal sex inversion in the common carp (*Cyprinus carpio* L). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 126, p. 265–270, 1994.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande-MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.79-86, 2003.

HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 93, p. 323-334, 1991.

HULAK, M. PAROULEK, M.; SIMEK, P.; KOCOUR, M.; GELA, D.; RODINA, M.; LINHART, O. Water polluted by 17 α -methyltestosterone provides successful male sex inversion of common carp (*Cyprinus carpio* L.) from gynogenetic offspring. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 24, n.6, p. 707-710, 2008.

IBAMA. Estatística de pesca 2007: Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação de gestão de recursos pesqueiros, 2007. 108 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estatistica_2007.pdf>. Acesso em: 12 junho 2010.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de larvicultura em laboratório.** 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KAMARUZZAMAN, N.; NGUYEN, N. H.; HAMZAH, A.; PONZONI, R. W. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 40, p. 720-728, 2009.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. *In*: GRASSHOFFK (ed). Methods of seawater Analysis. **Verlag Chemie Weinheim**, 117-181. 1976.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L.; ONO, E. A.; SAMPAIO, A. V. **Planejamento da produção de peixes.** 3.ed, Piracicaba: Degaspari, 1999. 76p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** 1. ed. Jundiaí: F. Kubitza. 2000, 285 p.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 82, p. 14-24, 2006.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology** v.20, p.201-219, 1951.

LEMOS, J. R. G. de; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J. L.; LEMOS, P. E. M.; AFFONSO, E.G.; ZAIDEN, S. F. Relação peso-comprimento e fator de condição em espécies de peixes ornamentais do Rio Negro, Estado do Amazonas (Brasil). In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 4., 2006. **CIVA 2006**. Zaragoza: Revista AquaTIC, 2007. p. 721-725. Disponível em: <<http://www.revistaaquatic.com/civa2006/>>. Acesso em 26 nov. 2009.

LEONHARDT, J. H.; URBINATI, E. C. Estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sexados e revertidos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 25, p. 19-26, 1999.

LITTLE, D. C.; EDWARDS, P. Impact of nutrition and season on pond culture performance of mono-sex and mixed-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, p. 279-292, 2004.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. **Water Analyses**. London: Freshwater Biological Association. 1978, 120p.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B. E. S.; SILVA, A. L. Masculinização da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17 α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.655-659, 2000.

MEDRI, V.; PEREIRA, G. V.; LEONHARDT, J. H. Crescimento de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* alimentada com diferentes níveis de levedura alcooleira, alocada em tanque-rede. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 25, p. 51-59, 1999.

OSMAN, M. F.; KHATTAB, H. M.; MOUNES, H. A. M.; HAFEZ, F. A. Productive performance of *Oreochromis niloticus* under different nutritional and aquaculture systems. In: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, 2008. **Proceedings...** p.887-902.

POPMA, T.; LOVSHIN, L.L. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Department of Fisheries and allied Aquacultures. Auburn: University. **Research and Development Series**, Harlow, v. 41, p. 23, 1995.

SIMONE, D. A. The effects of the synthetic steroid 17-alpha-methyltestosterone on the growth and organ morphology of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 84, p.81-93, 1990.

SMITH, E. S.; PHELPS, R. P. Reproductive efficiency, fry growth, and response to sex reversal of Nile and red tilapia. In: Annual Technical Report, 14, Oregon. **Fourteenth Annual Administrative Report**, Oregon: Pond Dynamics/ Aquaculture Collaborative Research Support Program/ Sustainable Aquaculture for a Secure Future, Oregon State University, Corvallis, Oregon, p.112-119, 1996.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia dos sistemas de cultivo. In: **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. Editado por W. C. Valenti. IBAMA/ MMA e FAPESP. 1998, 383p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE, Inc. 2002. SAS user's guide: Statistics Version, 2002. SAS, Cary, N.C.

TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T.; FOSTIER, A.; KUHN, E. R.; MOL, K. A.; BAROILLER, J. F. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*. Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **Physiology and Behavior**, v.62, n.2, p. 273-279, 1997.

YI, Y.; DIANA, J. S.; SHRESTHA, M. K.; LIN, C. K. Culture of mixed-sex Nile tilapia with predatory snakehead. In: 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE PHILIPPINE INTERNATIONAL CONVENTION, MANILA, 2004. **Proceedings...** Manila, p. 544-557.

YOSHIDA, C. E. **A dinâmica dos fatores físico-químicos em três tanques de piscicultura com renovação contínua, sem renovação da água e aeração artificial.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). 91 f. 1996. Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo estudar os custos de produção de três diferentes sistemas de cultivo: semi-intensivo com utilização de dieta formulada, semi-intensivo com fertilização orgânica e intensivo em hapas, na fase de recria da tilápia do Nilo, submetidas ou não ao processo de reversão sexual. Além da análise econômica do experimento, também foi realizada uma simulação da produção, considerando-se um período de cultivo de 63 dias (protocolo de rotina). Os itens de maior importância na participação dos custos totais foram os relacionados à aquisição de juvenis e alimentação, respectivamente. De maneira geral, o período desfavorável (inverno) e o custo elevado da ração utilizada (R\$2,33/kg) proporcionaram prejuízo, com exceção do tratamento semi-intensivo com fertilização orgânica, no grupo de animais revertidos, por apresentar melhor crescimento e maior taxa de sobrevivência em comparação aos outros tratamentos. Na simulação da produção, verificaram-se maiores lucros operacionais para os tratamentos semi-intensivos em viveiros com dieta formulada, com utilização de tilápias revertidas, devido às maiores taxas de sobrevivência observadas neste grupo de animais, que propiciou menor custo por milheiro produzido. De maneira semelhante, os itens de maior composição no custo total foram referentes à aquisição de juvenis e alimentação.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, custos de produção, avaliação econômica, recria, reversão sexual

CHAPTER 3 - ECONOMIC PERFORMANCE OF MONO OR MIXED-SEX NILE TILAPIA: GROWING PHASE USING ORGANIC FERTILIZER OR BALANCED DIET.

Abstract

In the present work the production costs of mono and mixed-sex Nile tilapia reared in three different farming systems (semi-intensive using formulated diet, semi-intensive with organic fertilization, and intensive in hapas), during the initial growing phase was studied. Additionally, based on the experimental data, an economic analysis of a production simulation was also carried out, considering a growing period of 60 days (rotinereally used by the producers). The items of highest impact for the total costs were related to the acquisition of juveniles and feeding, respectively. In general, the unfavorable period (winter) and the high cost of the commercial feed used (R\$ 2.33 / kg) resulted in negative operating profits, except group of reversed animals reared in semi-intensive treatment with organic fertilization, due to the high survival rate and growth obtained after end of the trial. The analysis of the production simulation, higher operating profits were observed in the treatments with mono-sex tilapia in semi-intensive ponds with formulated diet, because of the higher survival rates observed in this group that favored lower cost per thousand of produced fish. Similarly, the items of highest importance for the composition of the total costs were related to the acquisition of juveniles and feed.

Keywords: Nile tilapia, production cost, economic performance, growing phase, sex reversal, rearing systems

INTRODUÇÃO

Na piscicultura brasileira, dentre as espécies criadas, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a que apresenta maior volume de produção, seguida da carpa comum (*Cyprinus carpio*) e do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de acordo com dados do IBAMA (2010).

A utilização de tilápias revertidas sexualmente por meio da administração do hormônio 17- α -metiltestosterona, em produções comerciais, consiste em uma prática comum, visto que apresenta como vantagens a maximização do crescimento e maior uniformidade dos lotes produzidos. Em contrapartida, há relatos de que o desempenho produtivo de tilápias revertidas ou não revertidas e progênies de machos YY de linhagem GIFT não resultam em diferenças de peso corporal e comprimento total, pelo menos em peixes na faixa de até 200 gramas de peso vivo (KAMARAZZUMAN et al., 2009).

Os gastos oriundos da utilização de dietas formuladas podem representar de 50 a 70% do custo total de produção (MARENGONI, 2006), sendo necessário o estudo de sistemas produtivos que privilegiem a utilização de alimentação natural através do uso de fertilizantes orgânicos ou inorgânicos que aumentem a disponibilidade de nutrientes no meio aquático, estimulando a produtividade primária (RIBEIRO et al., 1997).

A otimização do uso do espaço físico, do crescimento e conversão alimentar dos peixes e da biomassa estocada por unidade de área são ferramentas importantes na maximização dos lucros em uma piscicultura comercial. Para alcançar a eficiência são necessárias medidas de planejamento e controle, em sintonia com fatores que favoreçam o crescimento dos peixes e o ganho em biomassa nas unidades de cultivo, afetando diretamente os resultados da produção (KUBITZA et al., 1999).

Segundo CRIVELENTI et al. (2006) a análise econômica por meio do levantamento de custos é uma ferramenta importante para a tomada de decisões, permitindo identificar os resultados econômicos alcançados e o nível de produção a partir do qual a atividade passa a apresentar lucratividade.

Apesar do grande crescimento da produção de tilápias do Nilo no país, ainda é marcante a falta de informações econômicas dos diferentes sistemas de produção adotados pelos piscicultores. Poucos trabalhos são encontrados

sobre custos e lucratividade na piscicultura, que constituem itens essenciais para avaliação de novas tecnologias de cultivo (SILVA et. al., 2003).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar os custos de produção de diferentes sistemas de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidas ou não revertidas sexualmente, na fase de recria.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados base para análise econômica são de experimento conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), Jaboticabal, São Paulo (Lat. 21°15'S, Long. 48°18'W), durante um período de 133 dias (27 de maio a 6 de outubro de 2009).

No presente trabalho realizou-se um estudo de análise econômica, avaliando os custos de produção baseado nos resultados de desempenho e sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo na fase de recria, revertidos e não revertidos, criados sob diferentes sistemas de produção (semi-intensivo em viveiros com utilização de fertilizante orgânico ou dieta formulada e intensivo em hapas).

Foram utilizados doze viveiros de alvenaria com fundo de terra (volume útil de 40 m³), dotados de sistemas de abastecimento e escoamento contínuos, e seis hapas com volume de 1 m³ e diâmetro de malha de 5 mm. As densidades utilizadas foram de 20 peixes/m³ nos viveiros escavados e de 600 peixes/m³ nos hapas.

Os peixes dos tratamentos que receberam dieta formulada (ração comercial extrusada Pirá Alevino[®], contendo 40% de proteína bruta e diâmetro de pelete de 1,7 mm), eram alimentados quatro vezes ao dia (9:00; 11:00; 14:00 e 17:00), até a saciedade aparente. Foi realizada observação após o fornecimento e o alimento fornecido foi considerado consumido. A quantidade de alimento consumido foi obtida no final do período experimental, calculado através da diferença entre a quantidade inicial e final da ração previamente pesada e separada para ser fornecida em cada viveiro. Nos tratamentos de alimentação natural a quantidade de fertilizante orgânico (esterco de suíno) utilizada foi de 500 g/m³ na adubação inicial e 80 g/m³ na adubação

suplementar semanal, sendo monitorada a transparência da água por meio de disco de Secchi.

Foram realizadas medidas individuais de peso utilizando-se balança digital (MARTE - AS2000C) e comprimento total (ictiômetro) de 10% dos peixes de cada viveiro, no início e a cada 30 dias do período experimental, para acompanhamento do crescimento e ajuste da taxa de alimentação. Os peixes foram coletados com rede de arrasto e anestesiados com benzocaína na proporção de 0,1 g/L de água. Ao final dessa fase, realizou-se a despesca total dos viveiros e hapas.

Análise econômica

Na avaliação foram determinados os custos de produção de cada sistema de produção na fase de recria da tilápia do Nilo associada à utilização de animais submetidos ou não ao processo de reversão sexual. Os itens de custo referentes aos diferentes sistemas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Itens avaliados na composição dos custos de produção.

Custo operacional efetivo (COE)	-Alimentação -Mão-de-obra -Aquisição dos juvenis
Outros custos	-Depreciação dos viveiros, hapas e equipamentos gerais
Custo operacional total (COT)	COE + outros custos

Para o cálculo da depreciação anual dos viveiros, hapas e equipamentos gerais levaram-se em consideração o tempo de utilização e sua vida útil. A depreciação foi calculada pelo método linear, considerando-se o valor final igual à zero (valor de sucata), de acordo com a fórmula abaixo:

$$D = \left(\frac{Vi - Vf}{N} \right) x \left(\frac{Ciclo}{U} \right)$$

onde:

D = depreciação em R\$/ciclo

V_i = valor inicial em R\$

V_f = valor final ou de sucata

N = vida útil em anos

U = dias de utilização no ano (365)

Ciclo = duração do ciclo em dias

Os coeficientes técnicos considerados para a mão-de-obra foram: necessidade de um funcionário fixo, trabalhando uma hora por dia (10 minutos diários por tratamento no sistema semi-intensivo com oferecimento de dieta formulada e 15 minutos diários nos sistemas intensivos em hapas). Nos tratamentos semi-intensivos em viveiros fertilizados, onde apenas realizavam-se aplicações semanais de adubo orgânico, foi considerado um total de dezenove dias de trabalho, referente às aplicações semanais durante os 133 dias de cultivo. O tempo estimado para a aplicação de fertilizante orgânico foi de 30 minutos. O salário mensal considerado foi de R\$ 505,00, acrescentando-se 43% dos encargos sociais. Na estimativa destes gastos, o valor do custo hora foi de R\$3,61.

Nos custos referentes à alimentação foram consideradas as despesas com ração utilizada nos hapas e viveiros. Para a fertilização orgânica dos viveiros submetidos à alimentação natural atribuiu-se custo zero ao esterco suíno, por se tratar de um resíduo que necessita ser descartado na maioria das pequenas e médias propriedades rurais. O preço do quilograma da ração comercial utilizada foi de R\$ 2,33.

Os juvenis de tilápia do Nilo revertidos e não revertidos foram adquiridos de uma piscicultura comercial (Piscicultura XV de Novembro, São João da Boa Vista, SP) pelo preço de R\$ 0,15 a unidade (peso médio de 1 grama). O valor unitário foi multiplicado pela densidade utilizada em cada tratamento, obtendo-se assim, a despesa total com aquisição de juvenis nos diferentes sistemas de cultivo propostos.

Análise da rentabilidade

Para estimar a receita bruta de cada tratamento os peixes foram quantificados e classificados em classe de tamanho, baseando-se no comprimento total. As classes de tamanho consideradas foram: até 8,5 cm (tamanho pequeno – P), de 8,5 a 13,5 cm (tamanho médio – M), de 13,5 a 18 cm (tamanho grande – G) e maiores que 18 cm (tamanho extra grande – GG). Os preços de venda dos juvenis, para cada classe de tamanho, foram obtidos através de pesquisa de mercado, em cinco pisciculturas comerciais (Aquabel, Rio Doce, XV de Novembro, Aracanguá e Escama Forte) realizada em março de 2010. Da diferença entre receita bruta e custo operacional total, determinou-se o lucro operacional por tratamento (L.O.).

Estudo da simulação da produção

Tendo em vista o período desfavorável ao crescimento dos juvenis de tilápia do Nilo no qual o presente trabalho foi desenvolvido, realizou-se uma simulação de produção em período posterior ao inverno.

Na simulação da produção considerou-se um período de cultivo de 63 dias, visto que este intervalo de tempo é usualmente utilizado e suficiente para que os peixes atinjam o peso final de 30 gramas. Para a realização deste estudo foi considerada a utilização da mesma infra-estrutura do experimento anterior, mantendo-se as densidades de estocagem utilizadas.

Para estimativa do custo operacional efetivo, no item alimentação, o custo foi apropriado para um período de 63 dias, onde foram consideradas maiores taxas de consumo de alimento e crescimento dos peixes. Nesse caso, foram consideradas proporcionalmente as mesmas quantidades de alimento utilizadas para cada tratamento experimental. No item mão-de-obra, manteve-se o mesmo valor pago ao funcionário, utilizando-se a mesma duração diária de trabalho por tratamento. Nos demais custos, mantiveram-se as mesmas taxas e preços de juvenis.

No cálculo das receitas brutas, também foram considerados os mesmos parâmetros de taxas de sobrevivência, mantendo-se a proporcionalidade dos diferentes tamanhos e preços médios levantados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados técnicos e valores referentes aos investimentos para a construção dos viveiros, aquisição de tanques-rede e equipamentos utilizados durante a fase de recria de tilápia do Nilo, realizada no Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Investimentos para a realização do experimento, em reais (R\$), no mês de novembro de 2009.

Itens	Quantidade	Valor (R\$)	Vida útil (anos)	Ciclo de produção (dias)
Infraestrutura do sistema semi-intensivo				133
Construção viveiros	12	23.400,00	20	-
Infraestrutura do sistema intensivo				
Hapas	6	786,00	5	-
Equipamentos de uso comum				
Oxímetro	1	3.200,00	5	-
Peagômetro	1	131,00	5	-
Condutívimetro	1	130,00	5	-
Disco de Secchi	1	30,00	5	-
Materiais diversos	1	20,00	5	-
Valor total (R\$)		27.697,00		

Os parâmetros técnicos do experimento, assim como a quantidade final de juvenis, após 133 dias de cultivo e as respectivas frequências de tamanhos obtidas em cada tratamento são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros técnicos da produção de juvenis de tilápia do Nilo, em três viveiros de 40 m³ e três hapas de 1 m³, resultados de sobrevivência (S%) e das quantidades de juvenis de cada classe de tamanho, ciclo de 133 dias (27 de maio a 6 de outubro de 2009).

Sistemas de Produção						
Parâmetros técnicos	TRR	TNRR	TRE	TNRE	TRH	TNRH
Densidade (juvenis/m ³)	20	20	20	20	600	600
Quantidade estocada	2400	2400	2400	2400	1800	1800
S (%)	85,94	85,99	90,18	77,80	95,00	83,00
Ração (kg)	106,40	114,60	-	-	68,95	68,94
Produção de juvenis (nº)						
Tamanho P	(123)	(88)	(1874)	(1472)	(517)	(402)
Tamanho M	(1109)	(1303)	(286)	(383)	(1010)	(951)
Tamanho G	(717)	(661)	(4)	(12)	(182)	(141)
Tamanho GG	(113)	(12)	(0)	(0)	(1)	(0)
Total	2062	2064	2164	1867	1710	1494

TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR:** Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE:** Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE:** Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH:** Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH:** Tilápias não revertidas em hapas.

Os preços médios de venda dos juvenis, obtidos através de pesquisa de mercado, realizada em março de 2010, estão expressos na Tabela 4. Neste

ponto, é importante salientar que na maioria das pisciculturas consultadas o preço de venda foi estimado, ou seja, as classes de tamanho obtidas no experimento geralmente não são comercializadas.

Tabela 4. Preço médio de venda dos juvenis de tilápia de diferentes tamanhos, no mês de março de 2009.

Classe de tamanho	Comprimento total (cm)	Preço (R\$/milheiro)
Pequeno-P	Até 8,5	230,00
Médio-M	8,5 a 13,5	320,00
Grande-G	13,5 a 18	400,00
Extra grande - GG	Maior que 18	520,00

Na Tabela 5 encontram-se os resultados de custos e receitas do experimento obtidos na fase de recria de tilápia do Nilo para os diferentes sistemas produtivos, assim como os respectivos valores expressos por milheiro de juvenis.

Entre os itens de custo, verificou-se que os itens mais representativos na composição do custo operacional total foram referentes à aquisição de juvenis e alimentação, respectivamente. A contribuição do custo de juvenis para a composição do custo operacional total foi de 71%, 44,5% e 42,1% para os sistemas semi-intensivos com fertilização orgânica, semi-intensivos com dieta formulada e sistemas intensivos em hapas, respectivamente. Os custos referentes à ração nos sistemas semi-intensivos e intensivos contribuíram com aproximadamente 30% e 25% do custo operacional total, respectivamente.

Em sistemas de produção onde o crescimento dos peixes está associado exclusivamente à alimentação natural, os gastos com aquisição de juvenis tendem a ser os de maior participação na composição dos custos de produção. De acordo com OSMAN et al. (2008), em sistemas semi-intensivos com utilização de fertilizantes orgânicos e inorgânicos (esterco de aves, uréia e superfosfato triplo), os gastos com aquisição de juvenis contribuíram com aproximadamente 46% dos custos totais.

Tabela 5. Custos, receitas e lucros obtidos na produção de juvenis de tilápia, em três viveiros de 40 m³ ou três hapas de 1 m³, em cada sistema de produção, em Reais (R\$), em novembro de 2009, ciclo de 133 dias.

Itens	Sistemas de Produção					
	TRR	TNRR	TRE	TNRE	TRH	TNRH
COE (R\$)		R\$ / 120 m ³			R\$ / 3 m ³	
-Alimentação	247,86	266,70	-	-	160,52	160,49
-Mão-de-obra	80,02	80,02	34,29	34,29	120,03	120,03
-Juvenis	360,00	360,00	360,00	360,00	270,00	270,00
Outros custos (R\$)						
-Depreciação da infraestrutura	113,74	113,74	113,74	113,74	90,44	90,44
COT (R\$)	801,62	820,46	508,03	508,03	640,99	640,96
Milheiros produzidos	2,062	2,064	2,164	1,867	1,710	1,494
COT Médio (R\$/1000)	388,76	397,51	234,76	272,11	374,85	429,02
Receita bruta						
Tamanho P	28,90	20,67	440,28	345,83	121,46	94,45
Tamanho M	350,21	411,47	90,32	120,95	318,95	300,32
Tamanho G	289,39	266,79	1,61	4,84	73,46	56,91
Tamanho GG	59,12	6,28	-	-	0,52	-
Receita bruta/ tratamento (R\$)	727,62	705,21	532,21	471,62	514,39	451,68
L.O. (R\$)	-74,00	-115,25	24,18	-36,41	-126,60	-189,28

TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR:** Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE:** Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE:** Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH:** Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH:** Tilápias não revertidas em hapas.

Resultados diferentes foram encontrados por MARENGONI et al. (2008) que avaliaram a viabilidade econômica da produção de juvenis de tilápia do Nilo em viveiros na região oeste do Paraná, sob diferentes densidades de estocagem. Os autores verificaram que o custo referente à ração foi o principal

item dos custos operacionais. Entretanto, enfatiza-se que as densidades utilizadas (1, 2, 3 e 4 peixes/m³) foram menores que as utilizadas no presente estudo (20 peixes/m³), o que pode explicar o maior consumo e melhor desenvolvimento dos peixes.

Neste sentido, deve-se salientar que o preço de juvenis de tilápia não revertidos pode assumir valores muito maiores do que os considerados no presente estudo, visto que não são comumente comercializados, dadas as condições de mercado. Usualmente, lotes de juvenis não submetidos à reversão sexual são utilizados para a formação de reprodutores e matrizes, inviabilizando, desta maneira, a produção de peixes não revertidos. KALIBA et al. (2007) realizaram análise econômica da produção de tilápia do Nilo, no Quênia, e observaram que a rentabilidade de sistemas com peixes de sexo misto foi inferior aos sistemas com peixes monossexo. Os autores preconizam que o desenvolvimento de um sistema economicamente sustentável depende da disponibilidade de alevinos de qualidade e que apresentem maior capacidade de crescimento, por meio da utilização de novas linhagens, e que estes sejam comercializados a preços razoáveis aos produtores.

O período desfavorável ao crescimento dos peixes (período de inverno), associado ao custo elevado de aquisição de juvenis e da dieta fornecida nessa fase (R\$ 2,33/kg) explica os prejuízos obtidos no experimento. Porém, analisando-se um ciclo total de produção, ANDRADE et al. (2005), consideraram que a ração é o agente direcionador do custo variável de uma produção, destacando-se como um importante componente dos custos operacionais, contribuindo, em média, com 52,19% do total do custo de produção. Nesta mesma linha de investigação, CRIVELENTI et al. (2006) observaram que a alimentação tem uma participação de 41,07% no custo produtivo total. Para SILVA et al. (2003), o preço pago pela ração é o ponto decisivo na estimativa do custo operacional parcial e na incidência de custo.

O lucro operacional positivo verificado no sistema semi-intensivo com fertilização orgânica, com utilização de tilápias revertidas, pode ser explicado pela maior taxa de sobrevivência, e, embora tenha sido observado um menor crescimento dos peixes (maior proporção de peixes de tamanho P), este resultado justificou-se pela maior produção obtida neste tratamento.

A alta densidade de peixes utilizados em hapas, que limitou o crescimento dos peixes, associado ao custo de mão de obra extremamente elevado destes sistemas, explica o menor lucro operacional obtido em relação aos tratamentos semi-intensivos em viveiros com oferecimento de dieta formulada. Em estudo de viabilidade técnica e econômica do cultivo de tilápias em tanques-rede na fase de engorda, com duas densidades de estocagem (150 e 200 peixes/m³), TEIXEIRA (2006) verificou que a densidade de 150 peixes/m³ apresentou os melhores resultados de receita líquida, lucro operacional anual, lucratividade operacional e índice de rentabilidade, demonstrando ser mais eficiente, em termos zootécnicos, e economicamente mais viável que a densidade de 200 peixes/m³. De maneira semelhante, AYROZA (2009) observou maiores receitas líquidas financeira e lucros operacionais para tratamentos com menores densidades de estocagem de tilápia do Nilo em tanques-rede.

Apesar do crescimento reduzido dos peixes nos sistemas semi-intensivos com fertilização orgânica em relação aos tratamentos intensivos em hapas, observaram-se maiores lucros operacionais em viveiros fertilizados. Estudo de custos de produção de peixes, em modelo do Alto Vale Itajaí, Santa Catarina, foram realizados por SOUZA-FILHO et al. (2003). Neste modelo de produção de peixes, baseado no policultivo integrado com suínos, verificou-se um lucro líquido total de R\$ 2.751,32/ha. De acordo com estes autores, a participação com aquisição de alevinos de tilápia e alimentação suplementar (ração peletizada com 28% de proteína bruta) na composição dos custos variáveis foi de 23,91% e 68,18%. Entretanto, estes custos são referentes a um ciclo total de produção (ciclo produtivo de oito meses, por hectare de viveiro, utilizando-se densidade de 2 alevinos/m³), justificando novamente, que na fase de recria, o custo com aquisição de juvenis é o principal agente direcionador na composição dos custos operacionais totais.

A importância da alimentação no custo total de produção foi investigada por CAMPOS et al. (2007), que obtiveram valores de 50,44% na participação do custo total, em criação de tilápias em tanques-rede, no município de Zacarias, SP. Os referidos autores também relataram que os custos com aquisição de juvenis têm participação de 13,54% dos custos de produção,

evidenciando a participação significativa deste item na composição dos custos totais de produção.

A Tabela 6 apresenta os resultados de custos, receitas e lucros da simulação da produção de juvenis de tilápia do Nilo, na fase de recria, com duração de 63 dias.

Os resultados de análise econômica da simulação de produção apontaram maiores lucros operacionais para os tratamentos semi-intensivos em viveiros com utilização de dieta formulada, no grupo de animais revertidos.

As maiores receitas brutas obtidas nos tratamentos semi-intensivos em viveiros, com utilização de dieta formulada, podem ser explicadas pelo maior crescimento dos peixes, que resultou em uma maior proporção de juvenis maiores (tamanho G). Os peixes de tamanho grande alcançaram preços 74% superiores em relação aos peixes pequenos (tamanho P). De maneira semelhante, JOMORI (2001), avaliando os aspectos econômicos da produção de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), verificou uma maior quantidade de alevinos grandes e poucos indivíduos de tamanho pequeno, em resposta a uma melhor oportunidade de alimentação em viveiros.

Os dados do presente estudo econômico se assemelharam aos obtidos por OSMAN et al. (2008), que também verificaram maiores lucros em viveiros com oferecimento exclusivo de dietas artificiais em relação aos tratamentos submetidos à fertilização orgânica e inorgânica, para tilápias do Nilo, fato que pode ser atribuído ao maior crescimento dos peixes no primeiro sistema de produção.

No presente estudo, a utilização de esterco suíno, nos sistemas semi-intensivos, apesar de promover redução nos custos operacionais, resultou em uma receita bruta inferior aos demais tratamentos, devido ao menor desenvolvimento dos juvenis, o que explica os menores lucros operacionais obtidos quando comparados com os tratamentos com a utilização exclusiva de dieta formulada.

Tabela 6. Custos, receitas e lucros obtidos na produção de juvenis de tilápia, em três viveiros de 40 m³ ou três hapas de 1 m³, em cada sistema de produção, em Reais (R\$), em novembro de 2009, ciclo de 63 dias.

Itens	Sistemas de Produção					
	TRR	TNRR	TRE	TNRE	TRH	TNRH
COE (R\$)		R\$ / 120 m ³			R\$ / 3 m ³	
-Alimentação	110,27	121,06	-	-	58,94	61,46
-Mão-de-obra	37,90	37,90	16,24	16,24	56,86	56,86
-Juvenis	360,00	360,00	360,00	360,00	270,00	270,00
Outros custos (R\$)						
-Depreciação da infraestrutura	58,33	58,33	58,33	58,33	46,68	46,68
COT (R\$)	566,50	577,29	434,57	434,57	432,48	435,00
Milheiros produzidos	2,062	2,064	2,164	1,867	1,710	1,494
COT médio (R\$/1000)	274,73	279,69	200,82	232,76	252,91	291,16
Receita bruta						
Tamanho P	28,90	20,67	440,28	345,83	121,46	94,45
Tamanho M	350,21	411,47	90,32	120,95	318,95	300,32
Tamanho G	289,39	266,79	1,61	4,84	73,46	56,91
Tamanho GG	59,12	6,28	-	-	0,52	-
Receita bruta/ tratamento (R\$)	727,62	705,21	532,21	471,62	514,39	451,68
L. O. do experimento (R\$)	161,12	127,92	97,64	37,05	81,91	16,68

TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR:** Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE:** Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE:** Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH:** Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH:** Tilápias não revertidas em hapas.

De modo geral, verificaram-se melhores resultados de desempenho econômico nos sistemas produtivos com juvenis revertidos sexualmente. Embora as taxas de sobrevivência não tenham apresentado diferenças estatísticas no experimento (SQUASSONI et al., 2010, em preparação – Capítulo 2 desta dissertação), verificou-se que as mesmas contribuíram significativamente com o aumento dos lucros operacionais.

De maneira similar à análise econômica anterior, para a simulação de produção, os itens mais representativos na composição do custo total foram referentes à aquisição de juvenis e alimentação. O custo dos juvenis contribuiu nos custos operacionais totais com 82,8%, 63,0% e 62,0%, para os sistemas semi-intensivos com fertilização orgânica, semi-intensivos com fornecimento de dieta formulada e intensivos em hapas. Os custos referentes à alimentação de sistemas semi-intensivos e intensivos contribuíram com cerca de 21,0 % e 14,1% do custo total, respectivamente. Os resultados obtidos demonstraram novamente que o custo com aquisição de juvenis é o item com maior peso na composição do custo, na fase de recria da tilápia do Nilo.

CONCLUSÕES

O período desfavorável (inverno) observado nos dois primeiros meses de criação, associado ao custo elevado da ração utilizada, proporcionaram prejuízos, independentemente do sistema produtivo adotado.

Para a simulação de produção, onde se considerou um período favorável ao desenvolvimento dos peixes, verificou-se maior lucro operacional no sistema semi-intensivo com dieta formulada, com utilização de tilápias revertidas.

A utilização de fertilizante orgânico, em sistemas semi-intensivos, apesar de promover redução dos custos operacionais, resultou em menores lucros operacionais, explicado pelo menor crescimento dos juvenis.

Os itens de maior composição no custo operacional total, na fase de recria de tilápia do Nilo, foram os referentes à aquisição de juvenis e alimentação, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. L. B.; WAGNER, R. L.; MAHL, I.; MARTINS, R. S. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005.

AYROZA, L. M. S. **Criação de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina elétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR.** Tese (Doutorado em Aquicultura). 92 f. 2009. Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

CAMPOS, C. M.; GANECO, L. N.; CASTELLANI, D.; MARTINS, M. I. E. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.33, n.2, p. 265-271, 2007.

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; PIRTOUSCHEG, A.; NEVES, J. E. G.; ABDÃO, E. M. Desempenho econômico da criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2006.

IBAMA. Estatística de pesca 2007: Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Coordenação de gestão de recursos pesqueiros, 2007. 108 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estatistica_2007.pdf>. Acesso em: 12 junho 2010.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de larvicultura em laboratório.** 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KALIBA, A. R.; NGUGI, C. C.; MACKAMBO, J.; QUAGRAINIE, K. K. Economic profitability of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) production in Kenya. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 38, p. 1129-1136, 2007.

KAMARUZZAMAN, N.; NGUYEN, N. H.; HAMZAH, A.; PONZONI, R. W. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 40, p. 720-728, 2009.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L.; ONO, E. A.; SAMPAIO, A. V. **Planejamento da produção de peixes**. 3. ed, Piracicaba: Degaspari, 1999. 76p.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia de Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**. Córdoba, V. 55, n. 210, p. 127-138, 2006.

MARENGONI, N. G.; BUENO, G. W.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Desempenho produtivo e viabilidade econômica de juvenis de tilápia-do-Nilo cultivados na região oeste do Paraná sob diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n.2, p. 341-349, 2008.

OSMAN, M. F.; KHATTAB, H. M.; MOUNES, H. A. M.; HAFEZ, F. A. Productive performance of *Oreochromis niloticus* under different nutritional and aquaculture systems. In: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, 2008. **Proceedings...** p.887-902.

RIBEIRO, M. A. G.; KUBO, E.; MAINARDES-PINTO, C. S. R. Efeito do adubo orgânico e da dosagem de fertilizante químico no aumento do fitoplâncton e zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 1, n. 24, p. 57-64, 1997.

SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; TAVARES, L. H. S.; SILVA JÚNIOR, R. P. da; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 9-13, 2003.

SOUZA FILHO, J.; SCHAPPO, C. L.; TAMASSIA, S. T. **Custo de produção do peixe de água doce**. ed. rev. Florianópolis: Instituto Cepa/SC/ Epagri, 2003. 40 p. (Cadernos de Indicadores Agrícolas, 2).

TEIXEIRA, A. L. C. M. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, linhagem Chitralada, em tanques-rede com duas densidades de estocagem**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2006.

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE TILÁPIA DO NILO REVERTIDA OU NÃO REVERTIDA: FASE DE RECRIA UTILIZANDO FERTILIZANTE ORGÂNICO E DIETA BALANCEADA

Resumo

A utilização de resíduos orgânicos para a produção de peixes constitui-se em uma alternativa para pequenos e médios produtores. Entretanto, o fornecimento de matéria orgânica, quando realizada de forma incorreta, pode ocasionar queda da qualidade da água e prejudicar a saúde de peixes e humanos, devido ao desenvolvimento de patógenos. Com o intuito de verificar a possível contaminação por microorganismos patogênicos, realizou-se um experimento para avaliar a qualidade microbiológica de tilápias do Nilo, submetidas ou não ao processo de reversão sexual, em três diferentes sistemas de cultivo (semi-intensivo com utilização de fertilizante orgânico ou dieta formulada em viveiros, e sistema intensivo em hapas), na fase de recria. Determinou-se o número mais provável (NMP) de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* no tecido superficial e músculo dos peixes. O NMP de coliformes totais na pele variou de 14,5 a $3,8 \times 10^4$ NMP/g; no músculo variou de < 3 a 43 NMP/g. De maneira semelhante, para coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* a água de enxaguadura do tecido superficial variou de 5,1 a $3,8 \times 10^4$ NMP/g e de < 3 a 43 NMP/g para o músculo dos peixes. Os valores obtidos no estudo estão dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira. Entretanto, valores elevados de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* foram observados no tratamento com fertilização orgânica, no grupo de animais não revertidos, evidenciando a possibilidade de contaminação cruzada no momento de manipulação, sugerindo a possibilidade do manejo pós-colheita comprometer a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, reversão sexual, avaliação microbiológica, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*

CHAPTER 4 – MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF MONO OR MIXED-SEX NILE TILAPIA: GROWING PHASE USING ORGANIC FERTILIZER OR BALANCED DIET

Abstract

The use of organic wastes to fish production constitutes an alternative for small and medium stakeholders. However, the supply of organic matter, when performed incorrectly, may impair the water quality and harm the fish and humans health, through the development of pathogens. Aiming at to check the possible contamination of Nile tilapia juveniles by pathogenic microorganisms, microbiological evaluations were performed in fish reared with the use of organic fertilizer or commercial feed. Mono and mixed-sex tilapia were reared in three different production systems (semi-intensive using swine manure or formulated diet in ponds, and intensive system in hapas with formulated diet), in the initial growing phase. The most probable number (MPN) of total coliform, fecal coliform and *Escherichia coli* in the fish skin and in muscle was determined. The MPN of total coliforms in the skin ranged from 14.5 to 3.8×10^4 MPN/g and in the muscle ranged from <3 to 43 MPN/g. Similarly, for fecal coliform and *E. coli* in the skin ranged from 5.1 to 3.8×10^4 MPN/g and from <3-43 MPN/g in the fish muscle. The values obtained in the study were in accordance to those required by the Brazilian law. However, high levels of total coliform, fecal coliform and *E. coli* were observed in the group of mixed-sex animals treated with manure, suggesting the possibility of cross contamination when handling, that may affect the consumers health.

Key-words: Nile tilapia, microbiological evaluation, total coliform, fecal coliform, *Escherichia coli*, swine manure, formulated feed

INTRODUÇÃO

No Brasil, a expansão da tilapicultura tem sido impulsionada pela demanda de mercado por sua boa aceitação pela população, quanto ao sabor, valor nutritivo e preços baixos. O grande interesse pela tilápia também está nos piscicultores que a estão produzindo em todo o país, principalmente pela facilidade de cultivo e possibilidade de processamento em indústrias de filetagem. O valor nutritivo e os preços dos peixes dependem da textura da carne, da composição química, do rendimento e de fatores relacionados aos métodos de captura e beneficiamento (SIMÕES et al., 2007).

As análises microbiológicas para se verificar quais e quantos microrganismos estão presentes no produto são fundamentais para se conhecer as condições de higiene em que o peixe foi processado, os riscos que este alimento pode oferecer à saúde do consumidor e se o mesmo terá ou não a vida útil pretendida. Essa análise é indispensável também para verificar se os padrões e especificações microbiológicos para alimentos, nacionais ou internacionais, estão sendo atendidos adequadamente (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

A utilização de resíduos orgânicos da propriedade, com reciclagem na piscicultura, estabelece um processo produtivo de baixo impacto ambiental, com custo de produção mínimo, proporcionando, desta forma, novas condições de vida à família rural, gerando empregos e prevenindo o êxodo rural, além de contribuir com a melhoria do meio ambiente (LIU e CAI, 1998). Apesar de contribuir para o aumento da produção de peixes, o fornecimento de matéria orgânica, quando de forma incorreta, pode ocasionar queda na qualidade da água e prejudicar a saúde dos animais e dos seres humanos, devido a presença de patógenos indesejáveis, ocasionando danos à produção, além de poluição dos recursos naturais (ZHOU et al., 1995).

A qualidade microbiológica da água dos viveiros pode influenciar a qualidade microbiológica do peixe e de seus produtos (PAL e DASGUPTA, 1992). Alimentos contaminados têm sido associados à doenças humanas e são veículo de transmissão de microrganismos patogênicos e intoxicações, constituindo-se em problema de saúde pública (LORENZON, 2009).

Por este motivo, a utilização de fertilizantes orgânicos para produção de peixes vem sendo contestada pela carência de trabalhos conclusivos na

literatura a respeito da qualidade da carne do pescado produzida neste sistema. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi determinar o número de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* no músculo e no tecido superficial de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), revertidas e não revertidas, submetidas a diferentes sistemas de produção, na fase de recria.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), Jaboticabal, São Paulo (Lat. 21°15'S, Long. 48°18'W).

No presente trabalho realizou-se um estudo de análise microbiológica de exemplares juvenis de tilápia do Nilo, revertidos e não revertidos, criados sob diferentes sistemas de produção (semi-intensivo com utilização de fertilizante orgânico ou dieta formulada em viveiros e intensivo em hapas), na fase de recria.

A descrição detalhada dos sistemas de produção utilizados pode ser encontrada em SQUASSONI et al. (2010, em preparação – Capítulo 2 desta dissertação). Resumidamente, os peixes foram criados em doze viveiros de alvenaria (40 m³) com fundo de terra, providos de sistemas de abastecimento e escoamento contínuos, e em seis hapas (1 m³, abertura de malha de 5 mm). As densidades utilizadas foram de 20 peixes/m³ nos viveiros escavados e de 600 peixes/m³ nos hapas.

Nos viveiros, os peixes receberam tratamentos com dieta formulada (ração comercial extrusada Pirá Alevino[®], contendo 40% de proteína bruta e diâmetro de pelete de 1,7 mm) ou alimentação natural (fertilizante orgânico - esterco de suíno - sendo 500 g/m³ na adubação inicial e 80 g/m³ nas adubações suplementares semanais). Os juvenis de tilápia criados em hapas receberam a mesma dieta formulada comercial como alimento.

Após 133 dias de criação, foram colhidos aleatoriamente cinco exemplares de peixes de cada tratamento, com auxílio de rede de arrasto, introduzidos em sacos plásticos esterilizados e colocados em imersão em gelo para serem eutanasiados e analisados.

As análises microbiológicas de amostras de tilápia do Nilo foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos de Origem do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. No músculo e no tecido superficial dos peixes foi verificada a presença ou ausência de *Escherichia coli*, coliformes totais e termotolerantes, utilizando-se a técnica de fermentação em tubos múltiplos, expressa em número mais provável (NMP), segundo os Padrões Microbiológicos do Ministério da Saúde, Portaria 001 de 28 de fevereiro de 1987 (BRASIL, 1987).

Água de enxaguadura da pele (APHA, 2001)

Foram adicionados 200 mL de água peptonada 0,1% esterilizada no saco plástico contendo o peixe. Em seguida o peixe foi massageado durante um minuto para transferir os microorganismos da pele para a água peptonada. Desta maneira foi obtida uma amostra da água de enxaguadura que foi utilizada nas análises microbiológicas.

Tecido muscular (APHA, 2001)

Antes de serem dissecados, a pele dos peixes foi lavada com álcool 70% para evitar contaminação do seu interior. Em seguida foram dissecados com o auxílio de instrumentos esterilizados. Foram utilizados 25 g de músculo de cada peixe, que foram pesados em placas de petri estéreis, procedendo então a diluição da mesma com a adição de 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1% que foi homogeneizado por um minuto, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . A partir dessa solução foram realizadas diluições até 10^{-3} e, em seguida, procederam-se as análises.

Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes nos peixes (APHA, 1998)

Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos (série de 3 tubos). Para a avaliação dos coliformes totais e de *Escherichia coli*, 1 mL da amostra de água e das diluições (água de enxaguadura da pele e musculatura) foram inoculadas em tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio e em tubos de Durham invertidos e incubados a 35°C durante 24-48 horas. Após a incubação foi

verificada a presença de gás nos tubos de Durham e, quando isto ocorreu, foi considerada prova presuntiva positiva. Alíquotas dos tubos positivos foram transferidas para tubos contendo caldo lactose bile 2% verde brilhante e para tubos de Durham invertidos que foram incubados a 35°C por 24-48 horas. A presença de gás nos tubos de Durham indicou prova confirmatória positiva para coliformes totais. A partir do número de tubos com gás e com o auxílio de uma tabela de NMP, foi obtido o número mais provável de coliformes totais por 100 mL ou grama da amostra.

Para coliformes termotolerantes, alíquotas dos tubos de caldo lauril sulfato triptose com produção de gás, foram transferidas para tubos com caldo EC (*Escherichia coli*) e tubos de Durham e a incubação foi realizada em banho-maria a 44,5°C por 24 horas. A presença de gás nos tubos de Durham indicou prova confirmatória positiva para coliformes termotolerantes. Por meio da tabela de NMP e baseado no número de tubos de caldo EC com produção de gás foi obtido o NMP de coliformes termotolerantes por 100 mL ou grama da amostra (APHA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* no tecido superficial de tilápias, na fase de recria, são apresentados na Tabela 1.

Observou-se, de maneira geral, uma maior contagem de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* na superfície externa de amostras de peixes submetidos ao sistema semi-intensivo com fertilização orgânica (esterco de suínos), independente do grupo de animais (peixes revertidos ou não revertidos). PILARSKI et al. (2004) também observaram que a contagem de coliformes totais e termotolerantes da água de viveiros de cultivo de carpas (*Cyprinus carpio*), em sistemas de piscicultura integrada com produção de suínos, apresentaram valores mais altos em relação ao tratamento que utilizava exclusivamente dieta formulada.

Tabela 1. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e *Escherichia coli* da superfície externa de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais.

Tratamento	CT (NMP/g)	CTer (NMP/g)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)
TRR	$7,5 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$
TNRR	6,6	6,6	6,6
TRE	$3,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$
TNRE	$3,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$
TRH	$1,3 \times 10^2$	6,7	6,7
TNRH	14,5	5,1	5,1

TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR:** Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE:** Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE:** Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH:** Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH:** Tilápias não revertidas em hapas.

Nos tratamentos estudados o número mais provável (NMP) de coliformes totais presentes na superfície externa variou de 14,5 a $3,8 \times 10^4$ NMP/g. Nesta mesma linha de investigação, LORENZON (2009) encontrou valores de coliformes totais variando de $1,5 \times 10^3$ NMP/g a $>1,1 \times 10^4$ NMP/g, para peixes cultivados em pesques-pagues situados na região nordeste de São Paulo.

TEIXEIRA et al. (2007) avaliaram os aspectos microbiológicos da água de cultivo de duas unidades de criação de tilápia do Nilo, situadas no estado de São Paulo. Os autores verificaram que os resultados obtidos para coliformes totais e termotolerantes não ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação que é $\leq 5 \times 10^3$ / 100 mL de água e para coliformes termotolerantes $\leq 1 \times 10^3$ / 100mL de água (BRASIL, 2005). Os valores encontrados pelos autores não ultrapassaram 0,4 NMP/mL, em ambas as fazendas de criação.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios do número mais provável (NMP) de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* no músculo de tilápias submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupo de animais.

Tabela 2. Número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT), termotolerantes (CTer) e de *Escherichia coli* no músculo de tilápias do Nilo submetidas aos diferentes sistemas de produção e grupos de animais.

Tratamento	CT (NMP/g)	CTer (NMP/g)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)
TRR	< 3,0	< 3,0	< 3,0
TNRR	< 3,0	< 3,0	< 3,0
TRE	43,0	43,0	43,0
TNRE	1,5 x 10 ³	1,5 x 10 ³	1,5 x 10 ³
TRH	< 3,0	< 3,0	< 3,0
TNRH	< 3,0	< 3,0	< 3,0

TRR: Tilápias revertidas (TR) alimentadas com dieta formulada (R – ração) em viveiros; **TNRR:** Tilápias (TNR) não revertidas alimentadas com dieta formulada em viveiros; **TRE:** Tilápias revertidas submetidas à alimentação natural (E - esterco) em viveiros; **TNRE:** Tilápias não revertidas submetidas à alimentação natural em viveiros; **TRH:** Tilápias revertidas em hapas (H - hapas); **TNRH:** Tilápias não revertidas em hapas.

A contagem de coliformes totais, na maioria das amostras, apresentou valores entre < 3 NMP/g e 43 NMP/g, estando de acordo com a legislação, onde o limite máximo permitido é de 10² NMP/g. O número de coliformes termotolerantes foi semelhante ao número de coliformes totais (Tabela 2). Valores elevados foram observados no tratamento semi-intensivo com fertilização orgânica, no grupo de animais não revertidos (1,5x10³ NMP/g), provavelmente em decorrência do rompimento do intestino dos peixes, elevando, desta maneira, os valores médios de coliformes totais, termotolerantes e de *E. coli*.

Não foi observada tendência do aumento de NMP de coliformes totais e termotolerantes encontrados no músculo dos peixes com o encontrado na superfície externa dos mesmos, constatando que a situação microbiológica do músculo dos peixes não foi resultado da situação microbiológica da superfície externa. Estes dados são semelhantes aos obtidos por PILARSKI et al. (2004), que não observaram influência da situação microbiológica da água sobre a qualidade do músculo de carpa comum. EASA et al. (1996), ao estudarem tilápias do Nilo tratadas com efluentes domésticos, também verificaram que os animais apresentaram-se isentos de microrganismos, devido ao nível reduzido destes na água do efluente.

A contaminação da amostra de músculo do tratamento com fertilização orgânica no grupo de animais não revertidos reforça as conclusões de LORENZON (2009), que afirma que a presença de diversas bactérias entéricas, tais como coliformes termotolerantes, *Salmonella* e *Staphylococcus*, nos tanques de aquicultura exigem um controle rígido de higiene durante o manejo e a evisceração do peixe, a fim de prevenir a transferência de bactérias da água ou do trato gastrointestinal dos animais para a musculatura dos peixes.

Neste sentido, SIMÕES et al. (2007) avaliaram a composição, microbiológica de filé de tilápias do Nilo, de linhagem Tailandesa, e verificaram ausência de *Salmonella* e *Staphylococcus coagulase positiva*, confirmando que os procedimentos sanitários e higiênicos foram corretamente seguidos, desde a captura até a preparação da matéria prima. VIEIRA et al. (2000) analisaram tilápias (*Oreochromis niloticus*) recém-capturadas quanto à presença de *Staphylococcus aureus* e averiguaram que todas as amostras apresentaram valores que variaram de <10 a $1,06 \times 10^3$ UFC.g⁻¹.

Alguns métodos para conservação da qualidade microbiológica do pescado em condições de armazenamento vêm sendo estudados. HILBIG et al. (2008) realizaram avaliação físico-química e microbiológica de tilápias submetidas a salga e secagem e observaram ausência de *Salmonella sp.* e de coliformes totais. Nos peixes *in natura* foram observados valores de coliformes totais no filé de 15,3 NMP/g, concluindo, desta maneira, que o processo de salga e secagem é um método eficiente de conservação, conferindo estabilidade microbiológica.

Diferentes metodologias para avaliação da contagem de microorganismos patogênicos em peixes vêm sendo utilizadas. SILVA (2002) avaliou a qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema SimPlate e não observou a presença de coliformes totais em amostras de pescada eviscerada e descabeçada pela metodologia de tubos múltiplos e valores variando de 10^2 a 10^3 NMP/g pelo sistema SimPlate. Para coliformes termotolerantes e *E. coli* as amostras apresentaram-se isentas no sistema de tubos múltiplos e, para o sistema SimPlate, foram obtidos valores de 10^1 NMP/g, estando de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pelo Código Sanitário.

A utilização de esterco orgânico, principalmente de suínos, para fertilização de viveiros e produção de alimento natural consiste em uma prática comum, principalmente no sul do Brasil. COELHO et al. (1990), ao estudarem a microbiota de tilápias alimentadas com dejetos de suínos, e ROSA et al. (1990), pesquisando microrganismos patogênicos em tilápias alimentadas com dejetos suínos, concluíram que os peixes apresentaram índices microbiológicos dentro dos valores permitidos pela legislação para consumo humano. Da mesma forma, SILVA e LIMA (1990), estudando aspectos sanitários da criação de tambaqui em consórcio com suínos, obtiveram resultados semelhantes aos dos pesquisadores acima mencionados.

MARENGONI et al. (2009) realizaram a caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de hambúrgueres de peixe elaborados com carne mecanicamente separada de tilápia, e obtiveram valores variando de 4 a 45 NMP/g de coliformes totais e variações de 4 a 95 NMP/g para coliformes termotolerantes.

O tratamento prévio dos efluentes dispensados nos viveiros de criação pode reduzir o impacto ambiental e contaminação dos peixes. EVES et al. (1995) estudaram os efeitos da adição de esgoto doméstico tratado na produção de juvenis de tilápias do Nilo. Os autores encontraram variações de $5,8 \times 10^2$ a $9,2 \times 10^2$ NMP/100 mL para coliformes totais $9,2 \times 10^4$ a $2,8 \times 10^5$ NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e ausência de *Salmonella* em todas as amostras de água dos viveiros de cultivo. As análises microbiológicas dos peixes apresentaram valores de coliformes totais que variaram de $1,7 \times 10^2$ a $5,4 \times 10^3$ NMP/100 mL. Os valores encontrados para coliformes termotolerantes variaram de $6,0 \times 10$ a $8,0 \times 10^2$ NMP/100 mL.

Diante do exposto nesse trabalho, verificou-se que a presença de bactérias patogênicas no tecido superficial de tilápias do Nilo revertidas ou não revertidas, cultivadas em diferentes sistemas de produção, não influenciou na qualidade do músculo dos peixes. Entretanto, verificou-se que o pescado pode ser veículo de contaminação cruzada, tendo como fonte dos microrganismos existentes na pele ou no trato gastrintestinal para a sua musculatura, como hipotetizado por PILARSKI et al. (2004). Desta maneira, evidencia-se a importância do monitoramento da qualidade da água e do produto final, a fim

de garantir a produção de peixes com segurança alimentar e boa qualidade, bem como a preservação dos recursos naturais.

CONCLUSÕES

As análises realizadas no músculo de tilápias do Nilo não revelaram diferença microbiológica entre peixes revertidos ou não revertidos cultivados em viveiros fertilizados com esterco suíno, ou em viveiros ou hapas com fornecimento de dieta formulada. As amostras se enquadraram dentro dos padrões estabelecidos pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), estando, desta maneira, aptas ao consumo humano.

A pele dos peixes e o trato gastrintestinal podem ser fontes de contaminação cruzada quando manipulados de forma inadequada, podendo representar riscos à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20 ed., Washington, DC: Apha, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4^aed. 676 p. 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos — DINAL. **Padrões microbiológicos para produtos expostos à venda ou de alguma forma destinados ao consumo**. Portaria número 001 de 28 de Fevereiro de 1987. Diário Oficial, Brasília, 12 de fevereiro de 1987, Seção I, p.2197-2200.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em 17 mai. 2010.

COELHO, M. S. L.; ROSA, V. P.; COSTA, P. M. A. Estudo da microbiota de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dejetos de suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.6, p.546-551, 1990.

EASA, M. E. S.; SHEREIF, M. M.; SHAABAN, A. I. MANCY, K. H. Public health implications of waste water reuse for fish production. **Water Science Technology**, v.22, n.11, p.145-152, 1996.

EVES, A.; TURNER, C.; YAKUPITIYAGE, A.; TONGDEE, N.; PONZA, S. The microbiological and sensory quality of septage-raised Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.132, p. 261-272, 1995.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

HILBIG, J.; ZABINE, L.; BANTLE, J. F.; RODRIGUES, L. C. S.; PASQUALI, R.; NASCIMENTO, I. A.; ALVES, G. Avaliação físico-química e microbiológica de tilápia submetidas a salga e secagem. In: XVI ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, Blumenau, 2008. **Resumos...** Blumenau, 2008.

LIU, J.; CAI, Q. Integrated aquaculture in Chinese lakes and paddy fields. **Ecological Engineering**, v.11, p.49-59, 1998.

LORENZON, C. S.; **Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesques-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo**. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S. BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburguers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n.1, p. 168-176, 2009.

PAL, D.; DASGUPTA, C. Microbial pollution in water and its effect on fish. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 4, p. 32–39, 1992.

PILARSKI, F.; TOMAZELLI JÚNIOR, O.; CASACA, J. M.; GARCIA, F. R. M.; TOMAZELLI, I. B.; SANTOS, I. R. Consórcio Suíno-Peixe: Aspectos Ambientais e Qualidade do Pescado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.267-276, 2004.

ROSA, V.P.; COSTA, P.M.A.; COELHO, M.S.I. Palatabilidade e incidência de patógenos em tilápia do Nilo alimentadas com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.6, p.542-545, 1990.

SILVA, M. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com utilização de metodologias convencionais e do sistema Simplate**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, P. C; LIMA, A. M. L. Aspectos sanitários da criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em consorciação com suínos. **Revista Regional de Aquicultura**, v.4, 1990, 32p.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.3, p. 608-613, 2007.

TEIXEIRA, M. G; SILVA, C. P.; TRAVAGIN, B. N. F. S.; SAVAY DA SILVA, L. K.; GALVÃO, J. A.; PORTO, E.; OETTERER, M. Avaliação microbiológica da água de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: 15º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Pirassununga. 2007. **Resumos...** Pirassununga, 2007.

VIEIRA, K.V.M.; MAIA, D.C.C.; JANEIRO, D.I. et al. Influência das condições higiênico-sanitárias no processo de beneficiamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Higiene Alimentar**, Itapetininga, v.14, n.74, p.37-40, jul. 2000.

ZHOU, H. Y.; CHEUNG, R. Y. H.; WONG, M. H. Bioaccumulation of organochlorines in freshwater fish with different feeding modes cultured in treated wastewater. **Water Resource**, v.33, n.12, p.2747-2756, 1999.