

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO de AQUICULTURA
CAMPUS JABOTICABAL

DESEMPENHO INICIAL E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE
NUTRIENTES DE DIFERENTES LINHAGENS
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Leonardo Tachibana
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada ao Centro de
Aquicultura da UNESP, como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre
em AQUICULTURA.

Jaboticabal

Estado de São Paulo – Brasil

2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO de AQUICULTURA

CAMPUS JABOTICABAL

DESEMPENHO INICIAL E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE
NUTRIENTES DE DIFERENTES LINHAGENS
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Aluno: Leonardo Tachibana

Orientador: Prof. Dr. Newton Castagnolli

Dissertação apresentada ao Centro de
Aquicultura da UNESP, como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre
em AQUICULTURA.

Jaboticabal

Estado de São Paulo – Brasil

2002

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Newton Castagnolli, pela orientação, pela grande experiência passada e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato por ceder o Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AquaNutri) para a realização do experimento, e pelas dicas e participação.

À Professora Dra. Margarida Maria Barros, pelo apoio.

Às estagiárias Juliana de Barros Valle e Márcia Regina Siqueira, pela participação e colaboração.

Ao Doutorando Hamilton Hisano, pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos mestrandos Giovani Gonçalves, Jeisson Ferrari, Fernanda Sampaio, Dário Falcon e Geisa Karine Kleemann, pelo grande apoio.

Ao funcionário do Centro de Aqüicultura da Unesp (Caunesp), Márcio “Garnizé”, pelo constante apoio.

À Dra. Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstain e à Professora Dra. Elizabete Criscuolo Urbinati por ceder as instalações do Caunesp para reprodução dos peixes.

À secretária da pós-graduação, Veralice, por resolver todos os nossos problemas e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Valdomiro Shigueru Myiada pela amizade e companheirismo.

Ao Prof. José Eurico Possebon Cyrino pela orientação na graduação.

A todos os colegas de curso do Caunesp.

A minha esposa Kelly, pelo apoio e amor em todos os momentos.

Aos meus pais pelo apoio e incentivo.

À minha tia Alice Tachibana pelo incentivo.

Ao meu padrinho Tsuyoshi Yamada pelo incentivo.

Aos meus irmãos pelo apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), pelo investimento nesta pesquisa.

Índice

	Página
CAPÍTULO – I.....	01
Considerações Iniciais.....	01
1. Espécie Estudada.....	01
2. Reversão Sexual.....	02
3. Linhagens	05
4. Digestibilidade	08
5. Referências Bibliográficas.....	11
Capítulo II.....	18
<i>Desempenho de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo Oreochromis niloticus na Fase de Reversão Sexual</i>	
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução	19
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussões	23
Conclusões	28
Referências Bibliográficas.....	29
Tabela 1. Material genético utilizado e suas procedências.....	23
Tabela 2 - Valores médios de desempenho de diferentes linhagens de larvas de tilápia do Nilo submetidas à reversão sexual.....	32
Tabela 3. Porcentagem de machos, intersexo e fêmeas de diferentes linhagens submetidas à reversão sexual.....	33

Índice

	Página
Capítulo III.....	34
Digestibilidade Aparente de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussões	39
Conclusão	42
Referências Bibliográficas.....	43
Tabela 1. Material genético utilizado e suas procedências.....	37
Tabela 2. Composição percentual da ração utilizada para digestibilidade de diferentes linhagens de tilápia do Nilo.....	45
Tabela 3. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de diferentes linhagens de tilapia do Nilo.....	46

CAPÍTULO – I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Espécie Estudada

As tilápias são Ciclídeos originários do continente Africano (Philippart & Ruwet 1982) de distribuição cosmopolita e sua produção concentra-se em países que apresentam climas tropical e subtropical. Existem aproximadamente 70 espécies de tilápias, sendo os principais gêneros de importância comercial: *Tilapia* spp., *Oreochromis* spp. e *Sarotherodon* spp. (Popma e Lovshin, 1996).

As tilápias são o segundo grupo de peixe mais produzido no mundo, com uma produção estimada em 1.265.780 toneladas em 2000 (FAO, 2002). A produção nas Américas vem crescendo a cada ano, em função do aumento do mercado interno e também devido à exportação para os Estados Unidos. No Brasil, estima-se uma produção de 35.000 toneladas em 1998, o que correspondeu a 38% do pescado nacional produzido pela aqüicultura (DPA/MA, 2000).

A tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* é a espécie mais produzida no Brasil, devido a sua rusticidade e rápido crescimento (Lovshin, 1998). O seu hábito alimentar é planctófago, podendo facilmente aceitar ração comercial, a sua carne é considerada de ótima qualidade, sem espinhos e com um rendimento de filé de aproximadamente 33%. A tilápia do Nilo é facilmente reconhecida por sua coloração cinza azulada e listras verticais no corpo. O peso de comercialização pode variar de 350 a 1.000g dependendo da sua utilização.

A temperatura ideal para o crescimento da tilápia, segundo Popma & Lovshin (1996) varia de 26-27°C. As tilápias podem resistir a um teor de

até 0.5mg/L de oxigênio dissolvido na água e o pH da água pode ser neutro ou levemente alcalino.

O ciclo de reprodução geralmente é regulado pelas condições de temperatura. Com efeito, Popma & Green (1990) citam que em temperaturas abaixo de 25°C, o ciclo deste peixe pode durar 20 dias, já com 25-28°C diminui para 17 dias e em temperaturas acima de 28°C o ciclo se completa aos 14 dias. Na tilápia nilótica após fertilização dos ovos pelo macho, ocorre a incubação oral e cuidado parental pela fêmea durante sete dias.

2. Reversão Sexual

Uma das principais dificuldades encontradas pelos tilapicultores é a superpopulação que ocorre dentro dos viveiros de produção, ocasionando uma supressão do crescimento, acarretado pela competição por alimento e oxigênio dissolvido na água. Um dos métodos mais utilizados para controle da reprodução é a criação de uma população composta apenas por machos. Os machos foram escolhidos para a criação comercial de tilápia por possuírem um maior crescimento (Lovshin et al., 1989; Lovshin et al., 1990). As fêmeas, por sua vez, gastam grande parte de suas reservas para reprodução, além de não se alimentarem durante a incubação de ovos e larvas (Rakocy & McGinty, 1990), tendo uma taxa de crescimento de até cinco vezes menor, dependendo do manejo aplicado (Balarin & Haller, 1982).

As formas de obtenção de populações monosexo variam muito desde a utilização da manipulação genética a avaliação manual da papila e separação dos sexos, no entanto, existem diferenças que permitem a utilização de uma determinada técnica para cada situação. A técnica de sexagem manual consiste na observação visual da papila genital e descarte das fêmeas. Este processo tem suas limitações, pois exige uma grande quantidade de mão de obra

especializada, além de existir uma probabilidade de erro na seleção (Popma & Lovshin, 1996).

A hibridação baseia-se no cruzamento interespecífico e obtenção de uma prole totalmente masculina, sendo a principal dificuldade a necessidade de manutenção da pureza genética das espécies originais (Lovshin, 1992).

A reversão sexual pelo método indireto consiste em reverter machos em fêmeas e cruzar estas fêmeas fenotípicas com machos genotípicos, obtendo assim o supermacho (YY). Cruzando este supermacho com qualquer outra fêmea normal obtém-se uma prole totalmente masculina (Santos & Silva, 1998; Melard, 1995). No entanto, este método é de difícil execução, pois envolve análise genética inviabilizando a utilização pelos produtores.

A técnica mais utilizada é a reversão sexual pelo método direto que consiste na reversão de fêmeas em machos pela administração de ração contendo hormônio sintético masculino, - a testosterona - como mostram os trabalhos de Guerrero (1975), Tayamen & Shelton (1978), Padian & Varadaraj (1988), Hiott & Phelps (1993), Varadaraj et al. (1994), Cruz & Mair (1994), Little et al. (1997). Este método tem vantagens em relação aos outros, já que sua utilização é simples e garante uma boa eficiência quando bem conduzido.

A reversão sexual é possível, pois a tilápia diferencia o tecido gonadal apenas quando esta atinge de 18 a 22mm de comprimento total (Eckstein & Spira, 1965 in Hiott & Phelps, 1993), portanto, é necessário fornecer o hormônio masculinizante durante o período que antecede este tamanho até atingir um tamanho superior à fase de diferenciação (Yamamoto, 1969 in Hiott & Phelps, 1992). Caso o peixe não receba a quantidade suficiente de hormônio, existirá a possibilidade da não reversão ou masculinização apenas de uma parte da gônada, caracterizando o intersexo. O procedimento mais comum para realizar a reversão sexual é utilizar larvas entre 9 e 13mm de

comprimento (Green & Teichert-Coddington, 1993) e ministrar uma ração com hormônio 17 α -metiltestosterona (MT) ou 17 α -etiltestosterona (ET), considerados os mais eficientes andrógenos para reversão de fêmeas para macho (Guerrero, 1975). Foram também testados a mesterolona (Guilherme, 1990), metopirona e flutamida (Iseki et al., 1998), etc., mas a maioria sem resultados satisfatórios.

Em função da facilidade no manuseio e efetividade na reversão o hormônio mais utilizado atualmente para reversão sexual de tilápia é o MT (Pandian & Sheela, 1995). O hormônio também não apresenta riscos aos consumidores dos peixes tratados, pois segundo Rothbard et al. (1991) e Curtis et al. (1990), estes são praticamente eliminados após dez dias sem o fornecimento do hormônio.

As concentrações e o tempo da administração do hormônio na ração foram testados por diversos autores entre os quais citam-se:

Tayamen & Shelton (1978) e Hiott & Phelps (1993) que obtiveram 100% de machos em *O. niloticus* alimentando com 60mg/kg de MT durante 28 dias. Shelton et al. (1981) também obtiveram 100% machos alimentando *O. aureus* com a mesma concentração e número de dias utilizando, no entanto, o hormônio ET.

Pezzato (1984), obteve uma população de 100% machos, alimentando larvas com três dias de vida e ração contendo 30 mg/kg de MT durante 60 dias.

No entanto, alguns resultados insatisfatórios foram apresentados por Carvalho & Foresti (1996) que obtiveram baixa eficiência na reversão sexual quando utilizaram níveis acima de 50 mg/kg de MT na ração, tratando os peixes durante 40 dias. Deve ter ocorrido o fato já constatado que o hormônio masculinizante (andrógeno) pode ser convertido em estrógeno pela enzima aromatase, quando utilizado em altas concentrações.

O tamanho inicial e a idade para iniciar o tratamento com hormônio são importantes fatores para melhorar a eficiência na reversão sexual, indicando que pode existir uma variação de tamanhos de comprimento inicial para iniciar o tratamento hormonal, a fim de conseguir uma boa taxa de reversão sexual. Com efeito, Shelton et al.(1978) in Hiott & Phelps (1993) utilizaram pós-larvas de 9-11 mm; Popma (1987) iniciou o tratamento com pós-larvas de 12-13 mm; Owusu-Frimpong & Nijjhar (1981) in Hiott & Phelps (1993) utilizaram pós-larvas de 10 mm e também pós-larvas de 13,5 mm, obtendo

resultados satisfatórios. Segundo Hiott & Phelps (1993) o tamanho inicial das larvas é mais importante que a idade para iniciar o tratamento com hormônio, sendo indicado larvas menores que 11 mm de comprimento total.

O arraçoamento deve ser realizado de quatro a cinco vezes por dia durante a fase de reversão sexual, fornecendo de 15 a 20% do peso vivo/dia até as larvas atingirem 15 mm de comprimento total e, posteriormente, 10% PV até o final do tratamento que deve durar 28 dias (Popma & Green, 1990). A frequência de tratamento é importante, pois a pós-larva necessita consumir a quantidade adequada de hormônio durante todo o dia, para haver uma reversão sexual adequada.

A densidade geralmente indicada é de três a cinco mil pós-larvas/m³ quando utilizadas gaiolas com tela de nylon. Cruz & Mair (1994) recomendam a utilização de 1.000 pós-larvas/m² em tanques de concreto, sendo que o aumento da densidade induz à melhora na eficiência de reversão sexual, mas também diminui a sobrevivência e a taxa de crescimento. Em sistemas com recirculação de água o ideal encontrado por El-Sayed (2002) foi 3.000 larvas/m³, mas o crescimento também foi negativamente relacionado com o aumento de densidade.

A sobrevivência das pós-larvas durante o período de reversão sexual é baixo quando comparado com as outras fases, pois estas são muito sensíveis a doenças, manejo, e nutrição inadequada. Segundo Popma & Lovshin (1996) a sobrevivência de larvas em produções comerciais é entre 70 a 80%.

A primeira avaliação da eficiência da reversão sexual foi realizada por Guerrero & Shelton (1974). O trabalho consistiu em fixar alevinos de 30 mm de comprimento em formol 3,6% e estocar posteriormente em álcool 70%. As gônadas foram retiradas pela abertura da cavidade abdominal e colocadas entre lâminas com o corante aceto-carmin. O material deve ser visualizado em microscópio óptico em aumento de 25 a 100 vezes.

3. Linhagens

O melhoramento genético em peixes pode aumentar a eficiência de produção e reduzir os custos, possibilitando o rápido crescimento da

piscicultura. Cresce cada vez mais a preocupação com o melhoramento genético de tilápia, pois o grande sucesso ocorrido na avicultura se deve ao fato do melhor desempenho obtido por meio do melhoramento genético.

O isolamento geográfico dos peixes propicia o desenvolvimento de características adaptativas típicas que levam ao surgimento de diferentes linhagens com potencial de utilização em programas de melhoramento genético. As diferenças entre as linhagens foram demonstradas em diversos trabalhos que avaliaram parâmetros como a coloração, habilidade de escapar durante a despesca, desempenho, rendimento de filé, adaptação ao ambiente, entre outros. Um dos mais importantes programas de melhoramento genético já executado demonstra a importância do desenvolvimento de novas linhagens, é o Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT), conduzido pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), nas Filipinas desde 1988. O programa foi iniciado com a comparação de desempenho e sobrevivência de linhagens produzidas na Ásia, e linhagens africanas selvagens de tilápia nilótica em vários ambientes (Eknath et al., 1993). Vários trabalhos foram realizados estudando diferentes linhagens de tilápia, como os que são apresentados a seguir:

Bentsen et al. (1998), testaram o desempenho de crescimento de oito linhagens de *O. niloticus*, quatro de populações selvagens e quatro utilizadas em sistemas de produção na Ásia. Os cruzamentos realizados foram em esquema dialélico com geração de 64 diferentes combinações de progênies testados em oito ambientes. Sete de vinte e dois cruzamentos apresentaram heterose significativa e obtiveram melhor desempenho que a melhor linhagem pura, sendo que o maior ganho de peso dentre estas apresentou um desempenho 11% melhor que o apresentado pela melhor linhagem pura. Interações entre genótipo x ambiente foram detectadas entre os cruzamentos. Ainda neste experimento três de quatro linhagens originadas da captura

selvagem (reprodutores Africanos) tiveram desempenho tão bom, ou melhor, que as linhagens produzidas na Ásia, sugerindo que as tilápias asiáticas possam ser de baixa qualidade ou que as gerações de reprodução em confinamento possam ter reduzido o seu desempenho produtivo, possivelmente, devido à endogamia, seleção negativa ou ainda pela introdução de material genético indesejável.

Vera & Eknath (1995) estudaram o desempenho de crescimento de machos e fêmeas de oito linhagens de *O. niloticus* produzidos em 19 diferentes locais. Os resultados demonstraram forte influência do ambiente no crescimento de machos e fêmeas das diferentes linhagens, evidenciando diferença de expressão do potencial genético das linhagens a cada ambiente.

Boscolo et al. (2001) avaliaram o desempenho das linhagens Tailandesa e comum, constatando um maior ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência da linhagem Tailandesa. No entanto, não foram observadas diferenças no rendimento de filé, demonstrando que a linhagem Tailandesa possui um maior potencial para criação no sistema utilizado.

Wagner (2002) em experimento realizado com o híbrido intraespecífico entre a Chitralada e Boaké (conhecida como nilótica, comum) e a Chitralada primeira e segunda gerações, constatando que o híbrido e a Chitralada mostraram-se mais tolerantes à densidade de estocagem em relação a Boaké e, mais uma vez não se verificou diferença significativa no rendimento de filé.

Sifa et al. (1999) avaliaram a habilidade de diferentes linhagens de tilápia em escapar durante a despesca. Utilizaram-se as linhagens "GIFT", "Egypt 88", "Sudan 78" e "Egypt 92", sendo o nome de origem o nome da linhagem. A linhagem "GIFT" foi considerada a mais fácil para despescar.

Os problemas relacionados com a utilização de material genético pobre podem levar a baixa produtividade de peixe. Na Ásia existe a

possibilidade dos estoques de reprodutores de tilápia possuírem uma genética pobre, devido à introdução de um número pequeno de peixes e na sua maioria dos países não tropicais, ocasionando provavelmente o efeito 'gargalo' (bottleneck) (Pullin & Capili, 1988). No Brasil introduziu-se também uma pequena quantidade de tilápia do Nilo e outras espécies como a mossâmbica, rendali e zilli. Em meados da década de 90 começaram as constatações de que os estoques comerciais e institucionais não eram mais puros, havendo ocorrência de anomalias genéticas em 5 a 10% do lote reproduzido (Zimmermann, 1999). No entanto, em 1996 foram importados reprodutores de tilápia 'Chitralada' ou Tailandesa que possuem um bom desempenho demonstrado por Zimmermann (2000) podendo assim aumentar a variabilidade genética e a produtividade brasileira.

A caracterização genética da espécie é de suma importância para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético. Recentemente foram realizadas pesquisas do mapeamento genômico da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, empregando marcadores de DNA (microsatélites e polimorfismo de seqüências anônimas) resultando em um mapa que cobriu os 22 pares de cromossomos (Kocher et al., 1998). Outra técnica importante de caracterização é a chamada de RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), que dentre suas diversas aplicações pode ser utilizado para determinar o grau de variação genética entre diferentes populações (Bardakci & Skibinski, 1994). No Brasil foi realizada a caracterização de quatro populações de tilápia pelo método de RAPD, tendo em vista identificar diferenças significativas entre elas (Walmsley et al. 2003). Estes estudos foram efetuados para embasar o projeto de melhoramento genético de tilápias ainda em andamento sob responsabilidade da Castagnolli Aqüicultura Ltda.

Os organismos aquáticos exibem altas taxas reprodutivas e grande variância fenotípica quando comparados aos outros vertebrados.

Portanto, a herdabilidade dos caracteres de crescimento em peixes é baixa em relação aos outros animais domésticos, indicando uma maior susceptibilidade às variações ambientais, sendo provavelmente devido a ectotermia e a capacidade de crescimento mesmo após atingir o estágio adulto e flexibilidade da interação de idade e comprimento à primeira maturação sexual (Allendorf et al., 1987). Estas prerrogativas fazem com que a seleção em peixes tenha resultados de baixo valor de herdabilidade, portanto faz-se necessário a aplicação de técnicas que utilizem recursos genéticos selvagens e cruzamentos para obtenção de heterose. O mesmo autor preconiza a necessidade de prever os resultados esperados em um programa de seleção. Sendo necessária a análise genética dos caracteres que na maioria das vezes é quantitativa, fortemente influenciada pela variação ambiental e com a forma de expressão fenotípica contínua necessitando de análises biométricas e estatísticas que possibilitem a avaliação dos ganhos genéticos aditivos.

4. Digestibilidade

A análise química e os testes alimentares são os primeiros itens a serem avaliados para determinar o valor nutritivo de um ingrediente (Maynard & Loosly, 1996). Segundo Andrigueto et al. (1982), as espécies animais possuem habilidades diferentes em aproveitar os nutrientes e energia contida nos alimentos ingeridos, devido às distintas características morfológicas e fisiológicas. Estas diferenças podem ser quantificadas pela determinação do coeficiente de digestibilidade que descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada nas fezes (NRC, 1993).

Segundo De Silva & Anderson (1995) na aqüicultura é de suma importância considerar a influência da idade, tamanho, sexo, densidade de estocagem, tempo e frequência de alimentação, além da qualidade do alimento fornecido.

O alimento ingerido passa pelo processo de digestão e apenas uma porção dos nutrientes são absorvidos, os restos são eliminados via fezes. Estas fezes contêm pequenas quantidades de enzimas endógenas e membranas internas da mucosa intestinal e alguns produtos nitrogenados (De Silva & Anderson, 1995).

Higuera (1987) descreve que o valor nutritivo de um alimento depende de seu conteúdo em nutrientes e da capacidade do animal em ingeri-los e absorve-los. O resultado desse processo varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa entre os nutrientes e dos processos tecnológicos a que o alimento tenha sido submetido. Segundo Hopher (1988) a digestão do alimento depende de três fatores: o diâmetro das partículas que constituem o alimento ingerido pelos quais se torna susceptível a ação das enzimas digestivas; a atividade dessas enzimas e o tempo de exposição do alimento ao sistema digestório.

Inicialmente o método utilizado para avaliar a digestibilidade envolvia filtração de água e quantificação total dos excretas e urina. No entanto, o método não era acurado, pois erros poderiam ocorrer devido à contaminação de urina ou excreção liberadas pelas brânquias. Os métodos atualmente utilizam marcadores para determinar a digestibilidade aparente em peixes. Esses indicadores apresentam várias aplicações em estudos nutricionais como: estimar a quantidade de alimento ou nutriente consumido, medir o tempo e a taxa de passagem da ingesta pelo trato digestório e estimar o coeficiente de digestibilidade total ou parcial dos alimentos (De Silva & Anderson, 1995).

Os indicadores fecais se dividem em internos e externos. Os externos são adicionados à dieta ou administrados por outra via oral ao animal, enquanto os marcadores internos ocorrem naturalmente nos alimentos (Kotb e Lukey, 1972). Dentre os marcadores externos, o óxido de crômio III (Cr_2O_3) se apresenta como o mais utilizado e aceito nos estudos de digestibilidade em peixes (Austreng, 1978).

A característica ideal de uma substância para ser considerado indicador é ser completamente indigestível e não absorvível, não ter

ação farmacológica no aparelho digestório, passar uniformemente através desse, ter fácil e rápida determinação química e de preferência ser constituinte natural da dieta (Maynard & Loosly, 1966).

A lixiviação de nutrientes e marcador pode ocorrer durante a permanência das fezes na água dos aquários de coleta. Para evitar ou minimizar este processo, Choubert et al. (1982) desenvolveram um equipamento que permite coletar fezes a cada 15 segundos. Cho et al. (1985) e Cho (1987) propuseram o *Sistema Guelf* para estudos de digestibilidade com peixes. Esse sistema consiste de um conjunto de aquários de 80 litros, interligados, com fluxo contínuo de água, fundo inclinado para facilitar a coleta de fezes por meio de uma coluna externa.

Comparando-se o sistema de *sistema de Guelf* e dissecação intestinal para estudo de digestibilidade em salmão chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), não encontraram diferenças significativas entre os valores obtidos pelos dois métodos (Hajen et al., 1993).

A digestibilidade de dietas naturais para a tilápia mossambica (*Sarotherodum mossambicus*), compostas por detritos, plantas e animais, em nove lagos do Sri Lanka, foram determinadas por De Silva et al. (1984). Segundo esses autores, a digestibilidade aparente média da matéria seca, para estes alimentos foi, respectivamente, de 36,9; 33,5 e 29,5%. Observaram ainda, variações nos coeficientes de digestibilidade de 31,2 a 60,8% para proteína bruta, de 13,6 a 59,2% para lipídeos e 19,9 a 65,7% para carboidratos. Portanto, existem diferenças na digestibilidade das diferentes espécies de peixes, pois os hábitos alimentares e aspectos morfológicos são diferenciados para digerirem diferentes tipos de alimentos. No entanto, trabalhos relacionados à diferença na digestibilidade em linhagens de tilápia do Nilo não foram encontrados.

Com base na discussão apresentada, o Capítulo II, intitulado "Desempenho de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo Oreochromis niloticus na Fase de Reversão Sexual)", teve por objetivo avaliar o desempenho e a sobrevivência das quatro linhagens durante o período de reversão sexual e o Capítulo III, intitulado "Digestibilidade Aparente de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)", teve por objetivo avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente dessas quatro linhagens dessa espécie.

A redação dos capítulos foi realizada de acordo com as normas para publicação da *Revista Brasileira de Zootecnia*, da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais.

5. Referências Bibliográficas

- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA-FILHO, A. **Nutrição Animal**. Vol. 1, Ed. Universidade do Paraná-PR, Nobel., p. 395, 1982
- ALLENDORF, F.W.; RYMAN, N.; UTTER, F. Genetics and fisheries management. 1987, Washington Proceeding... Washington: Ryman, N. e Utter, F. (eds.). Population Genetics and Fishery Management. University of Washington Press, Seattle. 1987, p.1-9.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of gastrointestinal tract. **Aquaculture**, Amsterdam, v.13, p. 265-272, 1978.
- BALARIN, J.D.; HALLER, R.D. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: RECENTS ADVANCES IN AQUACULTURE. MULE, J. F. ROBERTO, R. J. Editors London, p. 265-355, 1982.
- BARDAKCI, F; SKIBINSKI, D.O.F. Application of the RAPD technique in tilapia fish: species and subspecies identification. **Heredity** v. 73, p.117-123, 1994.
- BENTSEN, H.B.; EKNATH, A.E.; VERA, M.S.P. et al. . Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.160, p.145-173, 1998.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Desempenho e características de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 30, p. 5, 2001.
- CARVALHO, E.D.; FORESTI, F. Reversão de sexo em tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus* Trewas, 1983, induzida por 17-alfa-metiltestosterona: proporção de sexo e histologia das gônadas, **Revista brasileira de biologia**, v. 56, n. 2, p. 249-262, 1996.

- CHO, C.Y. La energía en la nutrición de los peces. In: *Nutrición en Acuicultura II*. Ed. J.Espinosa de los Monteros y U. Labarta, Madrid-España. p. 197-237, 1987.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. *Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development*. Ottawa: IDRC, 154 p. 1985.
- CHOUBERT, G.; De la NOUE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: improved device for the automatic collection of feces. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 29 p. 185-189, 1982.
- CRUZ, E.M., MAIR, G.C.. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture** v.122, p.237-248, 1994.
- CURTIS, L.R., DIREN, F.T., HURLEY, M.D., SEIM, W.K. E TUBB, R.A.. Disposition and elimination of 17 α -methyltestosterone in Nile tilapia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 99, p. 193-201, 1991.
- DAN, N.C.; LITTLE, D.C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 18, p. 221-231, 2000.
- DE SILVA, S.S.; PEREIRA, M.K.; MAIPE, P. The composition, nutritional status and digestibility of the diets of *Sarotherodum massambicus* from nine man-made lakes in Sri Lanka. In: *Environmental Biology of Fishes*. W. Junk Publishers, 11 (3): 205-219, 1984.
- DE SILVA, S.; ANDERSON, T.A. Fish nutrition in aquaculture.1 ed. London: Sena S. De Silva & Trevor A. Anderson, 1995. Ed. Chapman & Hall, London, 1995.
- EKNATH, A.E. TAYAMEN, M.M., PALADA DE VERA, M.S et al. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 111, p. 171-188, 1993.
- EL-SAYED, A.M Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 33, p. 621-626, 2002.
- FAO, World Aquaculture Production of fish, crustacea, molluscus, etc. by principal species in 2000, www.fao.org, 2002

- GREEN, B.W. E TEICHERT-CODDINGTON, D.R.,. Production of *Oreochromis niloticus* fry for hormonal sex reversal in relation to water temperature. **J. Appl. Ichthyol.** v. 9, p. 230-236, 1993.
- GUERRERO R. D. E SHELTON W. L. An Aceto-Carmine Squash Method for Sexing Juvenile Fishes. **The Progressive Fish-Culturist.** v. 36, n. 56, 1974.
- GUERRERO, R.D., Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea*. **Trans. Amer.Fish. Soc.**,v. 104, n. 2, p. 342-348, 1975.
- GUILHERME, L.C., **Efeito da mesterolona (17-beta-hidroxi-1alfa-metil-5alfa-androstan-3-ona) na inversão do sexo em *Oreochromis niloticus***. Dissertação para obtenção do grau de Magister Scientiae do curso de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras. 49 p., 1990.
- HAJEN, W.E.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D.A.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 1. Validation of technique. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 112, p. 321-332, 1993.
- HEPHER, B. *Nutrition of Pond Fishes*. Cambridge University Press, New York, 388p., 1988.
- HIGUERA, M. de la. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J.A.E. de los, LABARTA, M. (ed.). *Nutrición en Acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, p.291-318, 1987.
- HIOTT, A.E.; PHELPS, R.P. Effects of initial age and size on sex reversal of *Oreochromis niloticus* fry using methyltestosterone. **Aquaculture**, Amsterdam, 112: 301-308, 1993.
- HULATA, G.; KARPOLUS, I.; HARPAZ, S. Evaluation of some red tilapia strain for aquaculture: growth and colour segregation in hybrid progeny. *Aquaculture Research* 26 p.765-771, 1995.
- ISEKI, K.K., FOSTIER, A., BAROILLER, J.F.,. Efeito da metopirona e da flutamida na inversão do sexo e no crescimento de machos de tilápia, *Oreochromis niloticus*. Anais da xxxv Reunião da SBZ. p. 105-107, 1998.

- KOCHER, T.D.; LEE, W.; LOBOLEWSKA, H.; et al. A genetic linkage map of a Cichlid fish, the Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Genetics** v. 148, p.1225-1232, 1998.
- KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. Nutrition Abstracts and Reviews, Series B. Livestock Feed and Feeding, Aberdeen, v. 43, n. 3, 813-845, 1972.
- LITTLE, D.C., TURNER, W.A., BHUJEL, R.C.,. Commercialization of hatchery process to produce MT-treated Nile tilapia in Thailand. 4th Central American Symposium on Aquaculture, 1997.
- LOVSHIN, L.L., Tilapia hybridization, p. 279-308. In R.S.V. Pulin and R.H. Lowe-McConnell (eds) The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7, 432p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1982.
- LOVSHIN, L.L.,. Red tilapia or Nile tilapia: Which is the Best Culture Fish?. Anais do II Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), Piracicaba, SP p.179-198, 1998.
- LOVSHIN, L.L., TAVE ,D. E LIEUTAUD, A.O. Growth and yield of mixed-Sex, young-of-the-year *Oreochromis niloticus* raised at two densities in earthen ponds in Alabama, U.S.A.. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 89, p. 21-26, 1990.
- MAYNARD, L.A; LOOSLY, J.K. Nutrição Animal. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 550p., 1966.
- MELARD, C., Production of high percentage of male offspring with 17 α -ethynilestradiol Sex-reversed oreochromis aureus. I. Estrogen sex-reversal and production of F2 pseudofemales. **Aquaculture**, Amsterdam, v.130, p.25-34, 1995.
- MOAV, R. Genetics and genetic improvement of fish. In: Pillay, T.V.R. e Dill, W.A. (eds.). Advances in Aquaculture. Chapter X FAO Fishing New Book. England. p.610-622, 1979.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of fish. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 115p.

- PADIAN, T.J., E VARADARAJ, K., Techniques for Producing All-Male and All-Triploid *Oreochromis niloticus*. The second International Symposium on Tilapia Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15,623. International Center for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines. p. 243-249, 1988.
- PADIAN, T.J.; SHEELA, S.G. Hormonal induction of sex reversal in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 1-22, 1995.
- PEZZATO, L.E. Efeito de níveis de proteína sobre o crescimento da tilapia do Nilo *Oreochromis niloticus* submetida à reversão sexual. Dissertação (Mestrado); Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 90p., 1984.
- PHILIPPART, J-Cl. ; RUWET, J-Cl., Ecology and Distribution of Tilapias, p. 15-59. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7,432 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1982.
- POPMA, T.J. E GREEN, B.W. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. International Center for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Research and Development Series No.35 1990.
- POPMA, T.J. E LOVSHIN L.L. Worldwide Prospects for Comercial Production of Tilapia. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996.
- POPMA, T.J. Freshwater fish culture project, ESPOL, Guayaquil, Ecuador. Final Technical Report. Auburn University, AL, 34pp. Series No.35, 1987.
- PULLIN, R.S.V.; CAPILI, J.B.. Genetic Improvement of tilapias: problems and prospects. In: Pullin, R.S.V.; Brhukaswan, T.; Tonguthai, K.; Maclean, J.L. (Eds). The second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings of Fisheries, Bangkok, Thailand and International Center for Living Resouces Management. Philippines, p. 259-266, 1988.

- RAKOCY, J.E., MCGINTY, A.S.,. Pond Culture of tilapia. Alabama Cooperative Extension Service. Auburn University. SRAC Publication, 280 p. 1990.
- ROTHBARD, S., ZOHAR, Y., ZMORA, N., SIVAN, B.L, MOAV, B. E YARON, Z., Clearance of 17 α -ethnyltestosterone from muscle of sex-inversed tilapia hybrids treated for growth enhancement with two doses of the androgen. **Aquaculture**, Amsterdam, v.89, p. 365-376, 1990.
- SANTOS, A.J.G. E SILVA, A.L.N. Biotecnologia em aquicultura: Processo, riscos e cuidados. Enfase à produção de tilápias. Panorama da Aquicultura v.8, n. 45, p. 22-26, 1998.
- SHELTON, W. L. E MACIAS, J.L.,. Factor affecting androgen Sex reversal of *tilapia aurea*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 25, p.59-65, 1981
- SIDDIQUI, A. Q., Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 145-157, 1995.
- SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; DUNHAM, R.. Seinability of four strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Chinese ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 174 p.223-227, 1999.
- SNEDECOR, G. W., Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 534 p., 1956.
- STEEL, R. G. D., AND J. H. TORRIE., 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., New York, N. Y. 481 p.
- TAYMENT, M.M. E SHELTON, W.L., Inducement of Sex reversal in *Sarotherodon niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam v. 14 p. 349-354, 1978.
- TOYAMA, G. N.; CORRENTE, J.E.; CYRINO, J.E.P. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 221-228, 2000.
- VARADARAJ, K. E KUMARI,S E PADIANT.J. Comparision of conditions for hormonal sex reversal of mozambique tilapias. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 56, n. 2, p.81-90, 1994.

- VERA, M.S.P.; EKNATH, A.E. Growth performance of males and females of different strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different culture environments. Abstracts. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 137, p.325-332, 1995.
- WALMSLEY, S.; SILVA, R.G.; CASTAGNOLLI, N.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Morphometric differences among lineages of *Oreochromis niloticus* reared in four brazilian regions. Word Aquaculture Society Annual Meeting. Abstract 2003. em publicação.
- WAGNER, P.M. **Avaliação de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação**. Maringá: Univresidade Estadual de Maringá, 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Estadual de Maringá, 2002.
- ZIMMERMANN, S. Incubação artificial – técnica que permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da aqüicultura**, Rio de Janeiro. v.9, n.4 p.15-21 1999.
- ZIMMERMANN, S. Bom desempenho das Chitraladas no Brasil. **Panorama da Aqüiculutra** Rio de Janeiro, v.10 n.60 p.15-19, 2000.

Capítulo II

Desempenho de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo

Oreochromis niloticus na Fase de Reversão Sexual

Resumo - O experimento utilizou quatro linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) chamadas de CESP, Pernambuco, Santa Catarina, Tailandesa. O objetivo do projeto foi comparar o desempenho e a sobrevivência dessas diferentes linhagens de tilápia do Nilo na fase de reversão sexual. As pós-larvas foram estocadas em aquários de 4,5L em sistema de recirculação e com temperatura constante. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (linhagens) e sete repetições. Os parâmetros avaliados foram: comprimento total, ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de sobrevivência e eficiência de reversão sexual. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. A análise de reversão foi submetida ao teste de qui-quadrado. Os resultados médios de comprimento total final demonstraram que a linhagem Pernambuco obteve os menores valores em relação às linhagens CESP, Tailandesa e não diferiu da linhagem Santa Catarina. Para o ganho de peso pôde-se observar que a Pernambuco apresentou menor ganho de peso em relação às demais linhagens ($P < 0,05$). A taxa de crescimento específico demonstrou melhores resultados para as linhagens Tailandesa e Santa Catarina. A sobrevivência foi menor nas linhagens CESP (63,33%) e Pernambuco (60,95%) que na Santa Catarina (88,10%) e Tailandesa (92,86%). Os resultados de reversão sexual demonstraram alta eficiência para as linhagens Santa Catarina e Pernambuco e baixa para CESP e Tailandesa. As linhagens Tailandesa e Santa Catarina obtiveram maior taxa de sobrevivência e desempenho satisfatório durante a fase de reversão sexual, portanto, apresentam-se como as mais propícias para a criação em sistema de recirculação na fase de reversão sexual.

Palavras-chave: reversão sexual, linhagens, genética, tilápia, *Oreochromis niloticus*.

**Performance of different Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains,
during sex reversal phase**

Abstract - This experiment aimed to compare growth performance and survival of four Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains from CESP, Pernambuco, Santa Catarina and Thaiandese in sex reversal phase. Thirty fry were stocked in 4.5L aquaria (6.66 fry/L) in a recirculation system with controlled temperature. The experimental design was completely at random with four treatment (strains) and seven replicates. Total length, weight gain, specific growth rate, survival rate and sexual reversion efficiency were submitted to ANOVA and means compared trough Tukey test and sex reversion by qui-square. The results (Table 1) has shown that Pernambuco strain presented smaller final total length and did not differ from Santa Catarina strain. Pernambuco strain presented also worse values of weight gain. Better specific growth rate were presented by Thailand and Pernambuco strains. The survival rate was better in Thaiandese (88.1%) and Santa Catarina (92.86%) strains than CESP (63,33%) and Pernambuco (39,05%). Sex reversal analyses demonstrated high efficiency rate to Santa Catarina and Pernambuco strains. This study revealed that CESP and Pernambuco strains presented lower survival rate and similar growth when compared with Thailand and Santa Catarina ones , which demonstrate that the latter ones are better for culture during the sex reversal phase.

Key words: sex reversal, strain, genetic, tilapia, Oreochromis niloticus

Introdução

As tilápias são o segundo grupo de peixe mais produzido no mundo, com uma produção estimada em 1.265.780 toneladas em 2000 (FAO, 2002). A produção nas Américas vem crescendo a cada ano, devido ao aumento do mercado interno e também com mercado de exportação para os Estados Unidos e outros países da Europa.

Este gênero representa um ótimo modelo experimental para realização de pesquisas na área de melhoramento genético, pois as tilápias se reproduzem naturalmente em tanques e apresentam curto período entre gerações (Popma & Green, 1990), com grande número de descendentes. Dentre alguns trabalhos de melhoramento pode-se destacar os realizados em Israel com hibridação intra e interespecífica (Hulata et al., 1985; Bentsen, 1998; Mair, 1993) e também utilizando técnicas de manipulação genética como: ginogênese, triploidia, poliploidia e androgênese.

A caracterização genética da espécie é de suma importância para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético. Uma importante técnica de caracterização é a chamada de RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), que dentre suas diversas aplicações pode ser utilizado para determinar o grau de variação genética entre diferentes linhagens (Lima et al., 2000; Bardakci & Skibinski, 1994).

Na Ásia são utilizados estoques de reprodutores de tilápia com baixo desempenho devido provavelmente à introdução de um pequeno número de peixes e na sua maioria procedentes de países não tropicais, ocasionando provável efeito 'gargalo' (bottleneck) (Pullin & Capili, 1988), o que significa endogamia. No Brasil foi introduzida também uma pequena quantidade de tilápia do Nilo e outras espécies como a mossâmbica, rendali e zilli. Em meados da década de 90 começaram as constatações de que os estoques comerciais e institucionais não eram mais puros, havendo ocorrência de anomalias genéticas em 5 a 10% do lote reproduzido (Zimmermann, 1999). No entanto, atualmente tem-se importado reprodutores de tilápia 'Chitralada' ou Tailandesa que possui um bom desempenho (Zimmermann, 2000) podendo assim aumentar a variabilidade genética e a produtividade da tilápia no Brasil. Algumas linhagens de tilápia se formaram no Brasil pelo processo de isolamento em regiões distintas e

sob condições diferenciadas, ocasionando distanciamento genético. Estas diferenças podem ser devido ao processo de seleção de reprodutores ou simplesmente pelo ambiente.

Alguns trabalhos avaliaram diferentes linhagens e espécies de tilápias, os quais podemos destacar: Vera e Eknath (1995); Siddiqui & Al-Harbi (1995); Macanas et al. (1997); Dan e Little (2000); Boscolo et al. (2001); Wagner (2002). Os trabalhos realizados com linhagens de tilápia evidenciam diferenças relacionadas a desempenho, rendimento de filé, habilidade de escapar das redes na despesca “seinability” (Vera & Eknath, 1995; Macanas et al., 1997; Dan & Little, 2000; Sifa et al., 1999).

Siddiqui & Al-Harbi (1995) realizaram experimento comparando espécies de tilápia, no período pós-reversão sexual e observaram diferenças entre elas na sobrevivência e crescimento específico.

Alguns testes, relacionados com linhagens, foram realizados no Brasil, Boscolo et al. (2001) avaliaram o desempenho das linhagens de tilápia tailandesa e a comum, constatando um maior ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência para a linhagem tailandesa. Wagner (2002) realizou pesquisa com a tilápia, híbrido, Bouaké (considerada comum), Chitralada, primeira e segunda geração. A linhagem Chitralada primeira e segunda gerações obtiveram melhores desempenhos seguidos da híbrida e Bouaké.

A necessidade de avaliação de linhagens, a fim de detectar aquelas mais produtivas, torna-se necessário para o desenvolvimento da tilapicultura no Brasil.

No Brasil e, no mundo, em grande parte das criações de tilápias são utilizadas populações monosexo macho, conseguidos pelo método de reversão sexual, ministrando via ração o hormônio masculinizante 17α -metiltestosterona. Os machos foram escolhidos para a criação comercial de tilápia por possuírem maior crescimento (Lovshin et al., 1990). As fêmeas por sua vez utilizam grande parte das reservas para reprodução, além de não se alimentarem durante a incubação dos

ovos e larvas (Rakocy & McGinty, 1990), obtendo um crescimento de até cinco vezes menor, dependendo do manejo adotado (Balarin & Haller, 1982).

Portanto, são necessárias a realização de trabalhos com a tilápia no período de reversão sexual, em diferentes linhagens, a fim de identificar qual a mais propícia e produtiva para as diferentes condições que estes animais são submetidos durante sua criação.

O objetivo deste trabalho foi comparar, por meio do desempenho produtivo, sobrevivência e eficiência de reversão sexual as linhagens CESP, Pernambuco, Santa Catarina e Tailandesa durante a fase de reversão sexual.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em parte no Laboratório AquaNutri da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu e no Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal. A reprodução foi realizada neste último local, onde foram mantidas as quatro linhagens de reprodutores de tilápia do Nilo, CESP, Pernambuco, Tailandesa e Santa Catarina (tabela 1), previamente marcados com “transponders” (chips que permitem a identificação eletrônica do peixe) e caracterizados geneticamente pela técnica de RAPD (Bardakci & Skibinski, 1994) no Laboratório de Genética do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu (Walmsley et al., 2003).

A reprodução foi procedida em quatro gaiolas (2,0 x 1,5 x 1,5m) de telas mosquiteiro de malha 0,5 mm estocando-se 6 fêmeas e 3 machos. Os ovos foram coletados e incubados artificialmente, sendo após a eclosão e absorção do saco vitelínico, transferidos para o Laboratório AquaNutri, para aquários de 4,5L em sistema de recirculação com renovação de 38,57 L/h e manutenção constante da temperatura. Foram utilizados 30 peixes por aquário sendo a densidade de 6,66 larvas/L. Os peixes foram arraçoados com dieta comercial contendo 42,00% de proteína bruta, peneirada (35,00 mm) e incluído 60 mg de 17 α -metilttestosterona, segundo técnica descrita por Guerrero (1982). A alimentação foi fornecida seis vezes ao dia *ad libitum*, nos horários de 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00, durante 28 dias. As biometrias (comprimento total e peso) foram procedidas no início do experimento utilizando uma amostra de 10 peixes por linhagem; ao final do período experimental todos os peixes foram pesados, sendo amostrados 10 peixes por parcela para a medição do comprimento total final.

Após o período experimental, as linhagens foram agrupadas e transferidas para 4 gaiolas de 2,0 x 1,0 x 0,5 m após 35 dias sacrificados e fixados em formol 3,6% para análise gonadal, segundo metodologia

proposta por Shelton & Guerrero (1974), sendo analisados 40 peixes de cada linhagem.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (linhagens) e sete repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos ($P < 0,05$), comparados pelo teste de Tukey (Snedecor, 1956). Os dados da eficiência de reversão sexual foram submetidos à análise de qui-quadrado (X^2).

Os parâmetros de qualidade de água analisados foram pH, amônia e oxigênio uma vez a cada semana e temperatura duas vezes por dia, no período da manhã e tarde.

Tabela 1. Material genético utilizado e suas procedências

Linhagem	Procedência
CESP (C)	Estação da Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP) Barra Bonita, São Paulo.
Pernambuco (PE)	Base de Piscicultura Dr. Raimundo Adhemar Braga, Campus da UFRPE, Recife, Pernambuco.
Santa Catarina (SC)	Joinville, Santa Catarina (Fundação 25 de Julho).
Tailandesa (T)	Toledo, Paraná (Alevinopar). 'Chitralada'

Resultados e Discussões

Os parâmetros de qualidade de água monitorados durante o experimento mantiveram-se em níveis adequados para o conforto dos peixes (Popma & Lovshin, 1994). A temperatura foi de $24,7 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $26,1 \pm 0,8^\circ\text{C}$ durante a manhã e tarde respectivamente. O oxigênio dissolvido apresentou valores médios de $5,8 \pm 0,6\text{mg/L}$. A amônia tóxica

apresentou valores abaixo de 0,02 mg/L e não diferiu entre os tratamentos. O pH manteve-se estável no valor de 7,4.

Na tabela 2 encontram-se os valores médios do peso inicial, peso final, comprimento inicial, comprimento final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e porcentagem de sobrevivência das diferentes linhagens durante a fase de reversão sexual.

As médias de ganho de peso, quando submetidas à análise de variância, revelaram diferenças ($P < 0,05$) para tratamento. Submetendo-se estes resultados à comparação de médias pode-se observar, pelo teste de Tukey, diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Observa-se que as linhagens C, T e SC obtiveram ganhos de peso semelhantes e maiores que os obtidos pelas pós-larvas da linhagem PE.

No sentido de melhor ressaltar essas diferenças aplicou-se o índice relativo de comparação (IRC), sendo atribuído à média de ganho de peso apresentada pelas pós-larvas da linhagem C o índice 100%. Assim pode-se constatar que a linhagem PE obteve ganho de peso 26,48% inferior. A linhagem C obteve ganho de peso superior de 8,96 e 8,07% em relação às linhagens T e SC, respectivamente, apesar de não apresentarem diferença significativa.

O melhor ganho de peso obtido pela linhagem PE pode ser conseqüência das condições térmicas, as quais foram submetidas durante o período de reversão sexual. Esta hipótese pode ser alicerçada pelas respostas das demais linhagens utilizadas nesta pesquisa, as quais são resultantes de reprodutores provenientes de regiões onde a temperatura da água mais se assemelha àquela proporcionada durante o período experimental.

Diferenças entre linhagens foram observadas, no que se refere ao ganho de peso por diferentes autores. Dentre estes, Macaranas et al. (1997) desenvolveram pesquisa com as tilápias israelenses, Tailandesa, Mossambica e híbrido de tilápia vermelha. Segundo estes autores a linhagem Tailandesa apresentou ganho de peso significativamente

maior, refletindo a relação genótipo/ ambiente. Segundo Romana-Eguia & Eguia (1999), a linhagem Filipina obteve melhores respostas de desempenho em água salgada, enquanto a linhagem Tailandesa apresentou melhor desempenho em água salobra, após pesquisa realizada com tilápias de diferentes linhagens provenientes da Tailândia, Taiwan e Filipinas.

O trabalho de Dan & Little (2000) observou também diferenças quando avaliaram três linhagens de tilápia do Nilo proveniente das Filipinas, Tailândia e Vietnã. Esses autores concluíram que a linhagem Filipinas obteve maior ganho de peso ($P < 0,01$) quando comparada com as outras duas. Nesse mesmo sentido Boscolo et al. (2001) comparam as tilápias das linhagens tailandesa e comum concluindo que a linhagem tailandesa obteve ganho de peso superior ($P < 0,05$) a linhagem comum.

Neste experimento as médias de comprimento total final em milímetros das diferentes linhagens quando submetidas à análise de variância revelam diferença significativa ($P < 0,05$). Estas médias quando comparadas pelo teste de Tukey demonstram que os peixes da linhagem C, T e SC obtiveram maior comprimento final, embora a linhagem PE com o menor comprimento final tenha se apresentado semelhante à linhagem SC.

Atribuindo-se o índice 100% (IRC) ao comprimento total final médio apresentado pelos peixes da linhagem C pode-se observar que a linhagem T apresentou crescimento final apenas 1,93% inferior, mesmo tendo apresentado comprimento significativamente menor no início do experimento em relação à linhagem C. O mesmo se aplica à linhagem SC, cujos alevinos após o período de reversão sexual, se mostraram semelhantes à linhagem C, com IRC de apenas 6,24% inferior. Por outro lado cabe destacar o menor comprimento da linhagem PE, o qual, apresentou crescimento com IRC de 11,82% menor que as larvas da linhagem C.

O melhor crescimento obtido pelas linhagens C, SC e T em relação à linhagem PE, mais uma vez, semelhante ao ocorrido como o ganho

de peso demonstrou que a mesma pode ser considerada menos propícia às condições ambientais da região sudeste, durante o período de reversão sexual.

Esses resultados de comprimento total final contrariam aqueles resultados obtidos por Romana-Eguia & Eguia (1999) quando compararam cinco linhagens asiáticas de tilápia vermelha em ambiente marinho e concluíram que mesmo após 10 semanas estas apresentaram comprimentos semelhantes. Entretanto, os resultados obtidos neste estudo confirmam a pesquisa desenvolvida por Wagner (2002). Esse autor desenvolveu três pesquisas comparando as linhagens de tilápia híbrida, Boaké e Chitralada primeira e segunda gerações. Em dois destes estudos observaram-se diferenças significativas para o comprimento total entre as linhagens, sendo que a Chitralada apresentou maior comprimento.

A análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) para a taxa de crescimento específico das diferentes linhagens estudadas. Submetendo-se estes resultados ao teste de comparação de médias (Tukey) pode-se observar que a pior taxa de crescimento específico foi apresentada pela linhagem C. Observa-se ainda (tabela 2) que a melhor taxa de crescimento específico foi apresentada pela linhagem T, sendo esta semelhante à apresentada pela linhagem SC, mas superior à linhagem PE. A linhagem PE, no entanto, se mostrou semelhante à linhagem SC.

Se compararmos estes resultados aos encontrados para ganho de peso e comprimento total pode-se observar que as linhagens T e SC tendem a se apresentar com melhores respostas durante o período de reversão sexual. As diferenças de desempenho produtivo entre as linhagens de tilápia foram destacadas por Romana-Eguia & Eguia (1999) e Wagner (2002), quando esses autores, além de observar tais diferenças, ressaltam a superioridade da linhagem T.

Os valores médios da taxa de sobrevivência quando submetidas à análise de variância revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para

tratamentos, submetendo-se estas médias (tabela 2) ao teste de comparação de Tukey pode-se observar que as linhagens T e SC apresentaram taxas de sobrevivência semelhantes, sendo estas significativamente maiores que as linhagens C e PE, as quais não diferiram entre si.

Observa-se que as linhagens C e PE apresentaram taxas de sobrevivência, que embora possam ser aceitas como previstas durante a fase de reversão sexual em produções comerciais foram bastante inferiores àquela detectada na linhagem SC.

Estes resultados, quando comparados aos de ganho de peso, comprimento total final e taxa de crescimento específico mais uma vez demonstram diferenças entre as linhagens. Assim as linhagens SC e T se apresentaram como aquelas mais aptas a proporcionar melhores desempenhos ao final do período de reversão sexual.

As taxas de sobrevivência de 60,95 e 63,33 % apresentadas, respectivamente, pelas linhagens PE e C, são semelhantes à obtida com a linhagem Tailandesa (62,50%) encontrada por Macaranas (1997) e, pouco inferior às encontradas por Vera Cruz & Mair (1994) quando esses autores atribuíram a densidade de larvas como responsável pela sobrevivência de 69%, após utilizar uma densidade de 10 larvas/L, entretanto, cabe destacar que as taxas de sobrevivência apresentadas neste estudo pelas linhagens SC (92,86%) e T (88,10%) se mostraram significativamente superiores à taxa proposta como normal para o período de reversão sexual por Popma & Lovshin (1994), quando esses propuseram índices de sobrevivência entre 80 e 70% em produções comerciais durante o período de reversão sexual.

Na tabela 3 apresentam-se os resultados médios da análise gonadal. Os resultados de eficiência da reversão sexual quando submetidos à análise de qui-quadrado demonstram diferenças na porcentagem de machos entre as diferentes linhagens. Pode-se observar que as linhagens SC e PE não diferiram entre si, o mesmo

verificado entre as linhagens T e C e a porcentagem de machos obtidos nas linhagens PE e SC foram superiores às linhagens C e T.

Embora a porcentagem de machos da linhagem PE (92,5%) tenha-se apresentado semelhante à linhagem SC (100%) esses 7,5% de indivíduos intersexo ou fêmea se encontram muito acima das expectativas desse processo, uma vez que Popma & Lovshin (1996) consideram como ideal, os valores acima de 95% de machos.

As porcentagens de machos encontrados nas linhagens T e C se apresentaram significativamente abaixo daquela proposta por Carvalho & Foresti (1996) quando estes autores ressaltaram a eficiência do tratamento com 17α -metiltestosterona na indução de reversão sexual em tilápias do Nilo para produção monosexo masculino.

A obtenção de 100% machos da linhagem SC atesta que o hormônio empregado nesta pesquisa se encontrava eficaz, ao mesmo tempo as demais condições recomendadas para que a reversão sexual possa ser obtida, como temperatura, tempo, dosagem hormonal e via de administração. Assim, os 100% machos da linhagem SC podem representar a eficiência do método conforme preconizado por Yamamoto (1969); Guerrero III (1975); Carvalho et al. (1983); Gannan & Lovell (1991) e Carvalho & Foresti (1996).

Entretanto, a presença de fêmeas e ou intersexo observadas para as demais linhagens, nessa pesquisa indica que houve eficiência na indução da reversão sexual, nas condições a que estas foram submetidas. A não obtenção de uma taxa satisfatória de reversão pode ocorrer segundo o efeito paradoxal feminilizante. Segundo estes autores, a enzima aromatase pode converter parte do hormônio masculino presente na ração, em hormônio feminino, o que resultaria em baixa eficiência na reversão sexual. O efeito da enzima aromatase é responsável pela conversão do andrógeno em estrógeno com conseqüente obtenção de indivíduos geneticamente machos e fenotipicamente fêmeas e ainda em hermafroditas (Gannan & Lovell, 1991).

A tabela 3 mostra que a linhagem T apresentou 29,7% de fêmeas e a ausência de indivíduos intersexo. Entretanto, a linhagem PE apresentou duas vezes mais indivíduos intersexo que fêmeas, enquanto a linhagem C apresentou número de fêmeas 13,2 vezes maior que intersexo. Estes resultados podem ser consequência de características fisiológicas particulares de cada linhagem, as quais seriam responsáveis por diferentes respostas às diferentes condições. Como as quatro linhagens foram submetidas às mesmas condições experimentais e as diferenças nas proporções de sexo se mostraram significativamente diferentes, pode-se inferir que a técnica de reversão sexual atualmente aplicada teria que ser reavaliada para as diferentes linhagens em diferentes condições ambientais e de manejo.

Os resultados apresentados pelas linhagens T, PE e C podem ser explicados pelo excesso de hormônio e ou tempo de tratamento. Para as linhagens C e PE o hormônio, duas vezes maior que o recomendado como ideal por Carvalho & Foresti (1996) podem explicar a porcentagem de intersexo registrada.

As diferentes proporções de sexo apresentadas aos 28 dias, após ingestão de ração contendo 60 mg de 17α -metiltestosterona/kg refletem uma possível necessidade de técnicas mais adequadas para cada linhagem para a obtenção de indivíduos monosexo 100% macho.

Conclusões

As linhagens SC e T se apresentaram melhores respostas de desempenho produtivo.

Existem diferenças entre as linhagens T, C, SC e PE quanto à proporção de sexo em função da técnica de reversão sexual comumente adotada em nosso país.

A administração de ração contendo hormônio androgênico às pós-larvas durante esse período podem determinar diferentes respostas,

relacionadas ao desenvolvimento e taxa de sobrevivência, as quais demonstram uma possível dependência das características genéticas dos indivíduos.

Referências Bibliográficas

- BALARIN, J.D.; HALLER, R.D. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: RECENTS ADVANCES IN AQUACULTURE. MULE, J. F. ROBERTO, R. J. Editors London, p. 265-355, 1982.
- BARDAKCI, F; SKIBINSKI, D.O.F. Application of the RAPD technique in tilapia fish: species and subspecies identification. **Heredity** v. 73, p.117-123, 1994.
- BENTSEN, H.B.; EKNATH, A.E.; VERA, M.S.P.; et al. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 160, p. 145-173, 1998.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M., et al. 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**, Brasília v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- CARVALHO, E.D.; FORESTI, F. Reversão de sexo em tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus* Trewas, 1983, induzida por 17-alfa-metiltestosterona: proporção de sexo e histologia das gônadas, **Revista brasileira de biologia**, São Carlos, v. 56, n. 2, p. 249-262, 1996.
- CARVALHO, E.D.; FORESTI, F.; BARBIERI, G.; MARINS, M.A. Efeito do tratamento com 17 alfa-metiltestosterona em *Sarotherodon niloticus*: frequência de machos e crescimento. Resumo do III Simpósio Brasileiro de Aquicultura, São Carlos, p. 74, 1983.
- CRUZ, E.M.V.; MAIR, G.C. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus*, **Aquaculture**, Amsterdam, v. 122, p. 237-248, 1994.

- DAN, N.C.; LITTLE, D.C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v.184, p.221-231, 2000.
- GUERRERO, R.D.; SHELTON, W.L., An aceto-carminic squash method for sexing juvenile fishes, **The progressive fish-culturist**, v. 36, n.1, p.56, 1974.
- GUERRERO III, R.D. Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner), **Trans American Fish Society**, v. 104, p. 342-348, 1975.
- GANNAM, A.; LOVELL, R. T. Effects of feeding 17-alfa-metiltestosterona, 11-ketosterona, 17-beta-estradiol, and 3,5,3'-triidothyronine to channel catfish, *Ictalurus punctatus*, **Aquaculture**, Amsterdam, v.92, p.377-388, 1991.
- HULATA, G.; ROTHBARD, S.; ITZKOVICH, J. et al. Differences in hybrid fry production between two strain of Nile tilapia. **The Progressive Fish Culturist**. v.47, n.1, p.42-49, 1985.
- LIMA, F.M.; COSTA, F.H.F.; SAMPAIO, A.H. et al. Genetic variability using molecular markers (RAPD) in species and hybrids of tilapias (Piscis, Cichlidae). In: Proceedings from the fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture. p.41-47, 2000.
- LOVSHIN, L.L.; TAVE, D.; LIEUTAUD, A.O. Growth and yield of mixed-sex, young-of-the-year *Oreochromis niloticus* raised at two densities in earthen ponds in Alabama, U.S.A.. **Aquaculture**, Amsterdam, v.89, p.21-26, 1990.
- LOVSHIN, L.L., Red tilapia or Nile tilapia: Which is the Best Culture Fish?. Anais do II Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes. p.179-198, 1998.

- MACARANAS, J.M.; MATHER, P.B.; LAL, S.N.; et al. Genotype and environment: A comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji, **Aquaculture**, Amsterdam, v. 150, p.11-24, 1997.
- MAIR G.C., Chromosome-set manipulation in tilapia – techniques, problems and prospects. **Aquaculture**, Amsterdam, v.111, p.227-244, 1993.
- POPMA, T.J. E GREEN, B.W. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. International Center for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Research and Development Series n. 35, 1990.
- POPMA, T.J. E LOVSHIN L.L., 1996. Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments.
- RAKOCY, J. E.; MCGINTY, A. S. Pond culture of tilapia, The Alabama Cooperative Service, Auburn University, SRAC publication, p. 280, 1990.
- ROMANA-EGUIA, M.R.R.; EGUIA, R.V. Growth of five Asian red tilapia strains in saline environments. **Aquaculture**, Amsterdam, v.173, p. 161-170, 1999.
- SDDIQUI, A. Q.; AL-HARBI, A. H. Evaluation of three species of tilapia, red and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia, **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 145-157, 1995.
- SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; DUNHAM, R. Seizability of four strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Chinese ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v.174, p.223-227, 1999.
- SNEDECOR, G. W. Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames, Iowa. p.534, 1956.
- VERA, M.S.P.; EKNATH, A.E. Growth performance of males and females of different strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different

culture environments. Abstracts. **Aquaculture**, Amsterdam. v.137, p. 325-332, 1995.

WALMSLEY, S.; SILVA, R.G.; CASTAGNOLLI, N.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Morphometric differences among lineages of *Oreochromis niloticus* reared in four brazilian regions. Word Aquaculture Society Annual Meeting, Salvador, Bahia. Abstract 2003. em publicação.

YAMAMOTO, T. Sex differentiation. In: Wis Hoar and Randal, D. P. editors, Fish Physiology, Editor Academic press Inc., New York, v.3, p.117-175, 1969.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial – técnica que permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Revista Panorama da Aqüicultura**. v.9, n.4, p.15-21, 1999.

Tabela 2 - Valores médios de desempenho de diferentes linhagens de larvas de tilápia do Nilo submetidas à reversão sexual

Table 2 - Mean value of different Nile tilapia strains submitted to sex reversal

Variável (Variable)	Linhagem (Strain)				CV (%)
	Cesp	Pernambuco	Tailandesa	Santa Catarina	
Peso inicial (mg) (Initial weight)	16,40 (±2,20)	8,90 (±1,60)	8,80 (±1,40)	10,30 (±1,00)	14,56
CT ¹ inicial (mm) (Initial length)	9,26 (±0,71)	7,41 (±0,36)	6,61 (±2,10)	7,88 (±0,40)	14,39
CT final (mm) (Final length)	23,86 a (±1,24)	21,04 b (±0,71)	23,40 a (±1,35)	22,37 ab (±0,83)	4,73
Ganho de peso (mg) (Weight gain)	218,98 a (±21,38)	160,99 b (±24,91)	199,36 a (±22,12)	201,30 a (±16,96)	11,03
TCE ² (SGR)	9,50 c (±0,33)	10,49 b (±0,61)	11,28 a (±0,39)	10,78 ab (±0,27)	3,99
Sobrevivência (%) (Survival)	63,33 a (±12,91)	60,95 a (±14,75)	88,10 b (±8,13)	92,86 b (±2,99)	29,06

¹ Comprimento total (*total length*);

² Taxa de crescimento específico = $100 \times (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{dias}$

Specific growth rate = $100 \times (\ln \text{ final weight} - \ln \text{ initial weight}) / \text{days}$;

a,b diferem pelo teste de Tukey a 5,0% de significância.

Tabela 3. Porcentagem de machos, intersexo e fêmeas de diferentes linhagens submetidos à reversão sexual

Table 3. Percentage of male, intersex and female of different strains submitted to sex reversal

Linhagem (Strain)	Macho (%) (Male)	Intersexo (%) (Intersex)	Fêmeas (%) (Female)
Cesp	65,80 b	2,40	31,80
Pernambuc	92,50 a	5,00	2,50
o			
Tailândia	70,20 b	0,0	29,70
Santa Catarina	100,00 a	0,0	0,0

a,b diferem significativamente a 5% pelo teste de qui-quadrado;

(Significantly difference in 5% by qui-square test).

Capítulo III

Digestibilidade Aparente de Diferentes Linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Resumo - As tilápias representam uma das principais espécies cultivadas no mundo e o melhoramento genético se constitui em excelente ferramenta para uma produção mais eficiente e rentável. A avaliação das diferentes linhagens de tilápia torna-se importante para a realização dos trabalhos de melhoramento genético. A digestibilidade aparente pode ser um dos parâmetros para se avaliar o desempenho de diferentes linhagens. O trabalho teve como objetivo avaliar a digestibilidade de quatro linhagens de tilápia do Nilo (CESP, Pernambuco, Tailandesa e Santa Catarina) na fase de alevinagem. Foram utilizados 30 alevinos de tilápia por parcela, alimentados com ração marcada contendo 0,1% de óxido de cromo (Cr_2O_3). A coleta foi realizada com aquários coletores em forma de cone. Os parâmetros analisados foram matéria seca, proteína e energia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 5 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey. Os resultados de digestibilidade das linhagens de tilápia do Nilo não demonstraram diferença estatística ($P < 0,05$) entre os parâmetros analisados. Conclui-se que as linhagens CESP, Pernambuco, Tailandesa e Santa Catarina possuem habilidades semelhantes de digerir os nutrientes e a energia contida na ração fornecida durante a fase de alevinagem.

Palavras chave: digestibilidade, tilápia, *Oreochromis niloticus*, linhagens.

Apparent digestibility of different strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Abstracts - Tilapias represent one of the most important species of cultured fish in the world and breeding is the best tool for a more efficient production as for any other animal husbandry activity. The evaluation of strains becomes important for selective breeding programs. The experiment aimed to evaluate the digestibility of different Nile tilapia strains from CESP (SP), Pernambuco (PE) e Santa Catarina (SC) states and Thailand (T), during fingerling phase. Aquarium received 30 individuals fed with ration containing 0,1% of chromium oxide (Cr_2O_3). Feces collection was done with a faecal collector with a conic bottom. Analyzed parameters were dry matter, crude protein and digestible energy. There were no differences between strains in apparent digestibility coefficient, which has demonstrated the same ability of the strains in feed utilization.

Key words: digestibility, tilapia, *Oreochromis niloticus*, strain.

Introdução

As tilápias representam uma das principais espécies cultivadas no mundo, com uma produção superior a 1.250.000 toneladas em 2000 (FAO, 2002). A produção nas Américas vem crescendo a cada ano, devido ao aumento do mercado interno e também devido a crescente demanda dos Estados Unidos e de outros países da Europa.

A competitividade existente e a preocupação em produzir proteína de boa qualidade para atender as exigências crescentes, em todo o mundo levam os pesquisadores em busca de novas tecnologias que possibilitem uma mais eficiente produção de peixes e, para tal, o melhoramento genético é uma ferramenta de suma importância para o

desenvolvimento da atividade, a exemplo da avicultura e a suinocultura que obtiveram grande impulso devido ao melhoramento genético. Na piscicultura muito há ainda a ser feito neste campo.

As tilápias representam um ótimo modelo experimental para realização de pesquisas na área de melhoramento genético, pois reproduzem naturalmente em tanques e apresentam curto período entre gerações (Popma e Green, 1990) com grande número de descendentes. São também susceptíveis a técnicas de manipulação genética como: ginogênese, triploidia, poliploidia e androgênese (Mair, 1993).

Os testes de desempenho entre as linhagens são necessários, para a identificação das características desejáveis para posterior utilização em programas de melhoramento genético.

As diferenças existentes entre as linhagens de tilápia são relacionadas principalmente com a seleção sofrida no meio ambiente onde viveram ou ao melhoramento genético.

Diferentes hipóteses poderiam explicar o motivo do maior desempenho de uma linhagem em relação à outra: o maior consumo de alimento provocaria um excedente de energia e conseqüentemente um maior acúmulo de energia. Como existe um maior consumo de alimento o peixe teria que também ser capaz de processar mais alimento em seu trato gastro-intestinal. A docilidade do animal pode reduzir o gasto de energia, melhorando a capacidade de deposição no tecido, ou seja, a própria eficiência alimentar.

A avaliação das diferenças entre as linhagens de tilápia pode ser efetuada pelo coeficiente de digestibilidade, pois segundo Andrigueto et al. (1982), as espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos. Essas diferenças poderiam ser estendidas para as diferentes linhagens de uma mesma espécie.

O trabalho teve como objetivo avaliar a digestibilidade de quatro linhagens de tilápia do Nilo durante a alevinagem.

Material e métodos

O experimento foi instalado em oito aquários de alimentação, com capacidade de 250 L e quatro para a coleta de fezes, com capacidade de 300 L, em sistema de recirculação. A vazão de abastecimento dos primeiros aquários ensejava uma troca completa a cada 60 minutos, com temperatura mantida constante, a 26°C. Os aquários de coleta de fezes utilizados possuem o formato cônico e sistema de recirculação individual, com menor renovação e temperatura mantida constante (26°C).

A reprodução das quatro linhagens de tilápia do Nilo ocorreu no Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Tabela 1) e as pós-larvas foram transferidas para o Aquanutri (FMVZ/UNESP, Botucatu), revertidos sexualmente e após crescimento os alevinos ($40\pm 5g$) foram estocados em oito gaiolas circulares, sendo 30 peixes por gaiola, confeccionadas com tela plástica com malha de 1,5 cm entre-nós, afim de facilitar o manejo e diminuir o estresse durante o processo de transferência entre os aquários.

Tabela 1. Material genético utilizado e suas procedências

Linhagem	Procedência
CESP (C)	Estação da Companhia energética do Estado de São Paulo (Cesp) Barra Bonita, S P.
Pernambuco (PE)	Base de Piscicultura Dr. Raimundo Adhemar Braga , da UFRPE, Recife, PE.
Santa Catarina (SC)	Joinville, Santa Catarina.
Tailandesa(T)	Toledo, Paraná.
'Chitralada'	

Os peixes foram alimentados nos aquários de alimentação à vontade no período das 8:00 às 17:30 horas com ração marcada contendo 0,1 % de Cr₂O₃ (tabela 2). Após este período foram transferidos para os aquário de coleta de fezes onde permaneceram até a manhã seguinte.

As fezes foram coletadas em coletores localizados no final do aquário de coleta, secos em estufa com ventilação forçada à temperatura de 55°C e acondicionadas em refrigerador à -15°C para análise posterior.

Foram analisados nas rações e fezes a matéria seca, proteína bruta e energia bruta para calcular os coeficientes de digestibilidade.

As análises para determinação da concentração de crômio, nas fezes e nas rações, foram realizadas a partir da mineralização ácida das amostras em blocos digestores, e posterior quantificação do crômio por espectrometria de absorção atômica, seguindo metodologia proposta por Freire et al. (2001), as análises bromatológicas das rações e das fezes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ – UNESP – Botucatu, segundo os protocolos da A.O.A.C. (1984), sendo a proteína pelo método de Kjeldhal, a energia com bomba calorimétrica e a matéria seca.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, foram calculados com base no teor de Cr₂O₃ da ração e das fezes, segundo o método de determinação do CDA, conforme a seguinte fórmula (Reigh, et al. 1990):

$$Da_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Onde:

Da_(n) = Digestibilidade aparente do nutriente;

Cr₂O_{3r} = % de óxido de crômio na ração;

Cr_2O_{3f} = % de óxido de cromo nas fezes;

N_r = Nutrientes na ração;

N_f = Nutriente nas fezes.

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições sendo considerado cada coleta como uma repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados segundo Tukey (Snedecor 1956).

Resultados e Discussão

A tabela 3 apresenta os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) das quatro linhagens de tilápia do Nilo. Conforme pode ser observado, a análise de variância não revelou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os CDA.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (tabela 3) mostram que estes se apresentaram semelhantes para as quatro linhagens de tilápia do Nilo. Conforme pode ser observado os valores variam de 76,07 a 79,11%.

Os coeficientes de digestibilidade para a MS encontrados nessa pesquisa apresentam-se menores que aqueles obtidos por Oliveira et al. (1998) com a mesma espécie. Estes autores trabalharam com ração contendo 30% de proteína bruta (PB) e 2.800 kcal de energia digestível (ED)/ kg de ração e obtiveram coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de 81,58%, dados estes muito semelhantes aos obtidos por Quintero et al. (2000), que com a mesma espécie e mesma ração, determinaram o CDA de 81,15%.

Já Araújo Neto (2002), testando diferentes métodos de coleta de fezes, comparou os CDA obtidos, utilizando como marcadores o óxido de cromo e isótopos estáveis, encontrou para CDA da matéria seca, 85,53; 85,37 e 70,03%, respectivamente. Esses coeficientes também foram inferiores aos apresentados por Furuya et al. (2000 a,b) que, trabalhando também com tilápia do Nilo, obteve os seguintes resultados para o CDA da MS, com dieta purificada: 83,57 e 83,93%.

Por outro lado, os CDA da MS desta pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Baccarin & Pezzato (2001) que obtiveram CDA de 76,70% com ração contendo 28% PB e 3200 kcal ED/kg. Estes dados são ainda semelhantes ao CDA encontrados por Lundstedt (1999) ao estudar a digestibilidade de rações para tilápia do Nilo contendo proteína de origem animal e vegetal obteve 76,28 e 77,83%, respectivamente, para o CDA da MS.

Entretanto, os CDAs de MS encontrados nessa pesquisa mostraram-se superiores aos obtidos por Del Carratore et al. (1996) com a tilápia do Nilo com ração contendo 26% PB e 3000 kcal ED/ kg, que apresentou CDA de 63,2%. Mostram-se superiores, também ao resultado encontrado por Faria (2000), que utilizou ração contendo 32% PB e 3000 kcal ED/kg e obteve valores de CDA de 72,21%. Os CDA da MS encontrados

com as diferentes linhagens de tilápia do Nilo, nesse estudo foram superiores aos apresentados com esta mesma espécie por Hisano (2002) e Freire (2002). Hisano (2002) encontrou CDA para MS de 67,17% de uma ração contendo 30% PB e 3.200 kcal ED/kg e, Freire (2002) obteve 66,6% de digestibilidade da MS de uma ração com 28% PB e 3200 kcal ED/kg.

As digestibilidades para a MS apresentadas pelas quatro linhagens demonstraram a habilidade semelhante em digerir os nutrientes contidos na ração. Como esses coeficientes de digestibilidade apresentam-se consideravelmente elevados pode-se inferir que a boa qualidade da ração e das linhagens em estudo podem ser atribuídas a modificações fisiológicas e ou comportamentais que proporciona o provável ganho genético.

Conforme se observa na Tabela 3, os CDA da PB apresentados pelas quatro linhagens avaliadas nesta pesquisa mostraram-se ainda mais semelhantes que os da matéria seca, que apresentaram muito pequenas diferenças entre os CDA obtidos. Esses coeficientes podem ser considerados excepcionalmente elevados, o que evidencia a boa qualidade da ração e o adequado balanço dos aminoácidos da ração, seu baixo conteúdo de elementos antinutricionais, além da eficiência do método de coleta de fezes utilizado neste estudo.

Os CDAs de PB apresentados pelas diferentes linhagens de tilápia do Nilo, nesta pesquisa se apresentam semelhantes ao obtido por Faria (2000) que foi de 91,40% com uma ração contendo 32% PB e 3000 kcal ED/kg. Estes dados foram também semelhantes aos obtidos por Quintero et al. (2000) com tilápia do Nilo, kg e obtiveram CDA de 95,53% com uma ração contendo 30% PB e 3200 kcal ED/kg. Cabe destacar que CDA de PB encontrados com as diferentes linhagens de tilápia do Nilo, neste estudo, foram também semelhantes às obtidas com a tilápia do Nilo, linhagem tailandesa, para ração purificada contendo 32% PB e 4.200 kcal EB por Furuya et al. (2001 a,b), Esses autores encontraram CDA para a PB de 94,14% e 94,40%, respectivamente.

Os CDA para PB encontrados neste estudo foram ligeiramente inferiores aos apresentados por Oliveira et al. (1998), também com esta espécie, para ração contendo 30% PB e 2800 kcal ED/kg, que obtiveram CDA para PB de 96,1%.

Assim sendo estes juvenis selecionados para o estudo de digestibilidade da proteína da ração demonstram que as linhagens mantiveram inalteradas as habilidades digestórias dos indivíduos originados de reprodutores selecionados.

Os valores dos CDA da energia da ração estão apresentados na Tabela 3. A semelhante ao observado para a matéria seca e proteína bruta as quatro linhagens expressaram idêntica habilidade em digerir a energia da ração. A maior média foi de 83,10% e a menor média foi de 79,80%. Os CDAs de energia bruta apresentaram diferenças entre a linhagem C e SC de apenas 3,97%, sendo ainda esse coeficiente excelente se comparado com o observado com outras espécies de peixes tropicais.

Os CDA para EB apresentados pelas diferentes linhagens de tilápia, nesta pesquisa foram semelhantes aos apresentados por Furuya et al. (2001 a,b) com ração purificada contendo 33% PB e 4200 kcal EB/kg. Esses autores encontraram, respectivamente, CDA para EB de 82,42 e 83,23%.

Entretanto, os CDA para EB, obtidos neste estudo, foram maiores que aqueles apresentados por Faria (2000), Hisano (2002) e Freire (2002) em pesquisa realizada também com a tilápia do Nilo, no mesmo Laboratório. Com efeito, Faria (2000) encontrou CDA da EB de 75,75% de uma ração contendo 32% PB e 3000 kcal ED/kg e, Freire (2002) para uma ração de 28% PB e 3200 kcal ED/kg, obteve CDA de 72,20% para EB.

Os resultados evidenciam a capacidade em digerir a energia contida na ração pelas quatro linhagens estudadas, o que permite inferir que essa espécie obtém de forma eficiente a energia necessária ao seu metabolismo, e para a expressão de seu potencial de produção zootécnica de forma eficiente a partir do carboidrato e do lipídeo na ração.

Os valores médios de digestibilidade da matéria seca de proteína e energia demonstraram semelhante eficiência das linhagens T, SC, C e PE, no aproveitamento dos nutrientes destacando um dos principais motivos que elegeram esta espécie como adequada para a prática da piscicultura em águas continentais dos países tropicais.

Os valores obtidos nesta pesquisa não permitem indicar aquela que seria a eleita como mais apta a proporcionar os melhores resultados zootécnicos num sistema de produção. Entretanto, tendo as quatro linhagens se comportado de forma semelhante quanto a suas habilidades digestórias, os melhores resultados zootécnicos caberão à linhagem que despense menos energia em e a maior resistência ao estresse (confinamento), principalmente quando em sistemas de produção intensiva.

Conclusão

As linhagens de tilápia do Nilo: CESP, Pernambuco, Santa Catarina e Tailandesa apresentaram semelhantes coeficientes de digestibilidade aparente para a matéria seca, a proteína bruta e a energia bruta quando alimentadas com ração cujo teor de nutrientes é semelhante aos padrões das formulações comerciais.

Referências Bibliográficas

- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. v.1, Paraná: Nobel, 1982. 395p.
- ARAÚJO NETO, R.N. **Digestibilidade aparente em peixes determinada pela metodologia da coleta total óxido de cromo e isótopos estáveis do carbono**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984, 1015p.
- BACCARIN, A.E.; PEZZATO, L.E. Efeito da utilização da levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 546-556, 2001.
- DEL CARRATORE, C.R.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçoados com farinha de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 369-374, 1996.
- FARIA, A.C.E.A. **Farinha de vísceras em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2000. 50 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2000.
- FREIRE, E.S., HISANO, H., GONÇALVES, G.S., et al. 2001. Determinação de Cr₂O₃ utilizado como marcador de rações em fezes de peixes por GFAAS após mineralização em forno de microondas. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA da Sociedade Brasileira de Química, 31, 2001, Araraquara. Proceedings... Araraquara, Brasil: Instituto de Química da Unesp, p.73.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 03, p. 611-616, 2001a.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia

do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001b.

HISANO, H. **Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevínios de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2002.

LOVSHIN, L.L. **Red tilapia or Nile tilapia: Which is the Best Culture Fish?** In: Anais do II Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes, 1998. Piracicaba, p.179-198, 1998.

LUNDSTEDT, L.M. **Efeito da reversão sexual e de fontes protéicas do desempenho produtivo, digestibilidade aparente e morfologia do trato digestório da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Jaboticabal: Centro de Aquicultura da Unesp, 1999. 57 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Unesp, 1999.

MAIR, G.C.. Chromosome-set manipulation in tilapia – techniques, problems and prospectes. **Aquaculture**, Amesterdam. v. 111, p.227-244, 1993.

OLIVEIRA, A.C.B.; PEZZATO, L.E., BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente e efeito macro-microscópico em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçoados com torta de dende. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 02, p. 210-215, 1998.

POPMA, T.J.; GREEN, B.W. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. International Center for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Research and Development Series n.35, 1990.

QUINTERO, L.G.P., PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 03, p. 677-681, 2000.

SNEDECOR, G. W., Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames, Iowa. p.534, 1956.

Tabela 2. Composição percentual da ração utilizada para digestibilidade de diferentes linhagens de tilápia do Nilo

Table 1. Percentual composition of diet used for digestibility of different strains of Nile tilapia

Ingrediente (<i>Ingrediente</i>)	%
Farelo Soja (<i>Soybean meal</i>)	67,00
Milho (<i>Corn</i>)	26,25
Celulose (<i>Cellulose</i>)	0,70
Metionina (<i>Methionine</i>)	0,25
Óleo soja (<i>Soybean oil</i>)	2,30
Fosfato bicalcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	2,85
Vitamina C ¹ (<i>Vitamin C</i>)	0,03
Sal (<i>Salt</i>)	0,10
Suplemento vitamínico e mineral ² (<i>Vitamin and mineral supplement</i>)	0,50
Antioxidante - BHT ³ (<i>antioxidant</i>)	0,02
Total	100,00
Composição da ração % (<i>Composition of diet</i>)	
Matéria seca (<i>Dry matter</i>)	93,63
Proteína bruta (<i>Crude protein</i>)	34,96
Energia bruta (kcal/kg) (<i>Gross energy</i>)	3.288
Extrato etéreo (<i>Ether extract</i>)	4,64
Oxido de cromo (<i>Chromic oxide</i>)	0,1752

² Suplemento vitamínico e mineral (*Min. and vit. supplement*) (*Supremais*): vitA 1200000 UI; vitD₃ 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK₃ 2400 mg; vitB₁ 4800 mg; vitB₂ 4800 mg; vitB₆ 48000 mg; B₁₂ 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

Tabela 3. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de diferentes linhagens de tilapia do Nilo

Table 2. Mean value of apparent digestibility coefficient of different strains of Nile tilapia

CDA (%)	Linhagem (Strain)				CV (%)
	Cesp	Pernambu co	Tailandes a	Santa Catarina	
Matéria Seca (Dry matter)	79,11 (±3,06)	78,35 (±2,54)	77,20 (±6,07)	76,07 (±2,38)	4,81
Proteína (Protein)	94,92 (±1,38)	94,09 (±1,55)	93,67 (±1,63)	93,54 (±1,30)	1,52
Energia (Energy)	83,10 (±2,10)	81,56 (±2,19)	80,83 (±2,72)	79,80 (±1,30)	2,88