

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

FREQUÊNCIA ALIMENTAR PARA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) NAS FASES DE REVERSÃO E PÓS-REVERSÃO SEXUAL

RODRIGO MORGADO RAMALHO DE SOUSA

Zootecnista

Orientador: Claudio Angelo Agostinho

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

BOTUCATU - SP
Maio – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP -FCA - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Sousa, Rodrigo Morgado Ramalho de , 03/02/1982
S725f Frequência alimentar para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* nas fases de reversão e pós-reversão sexual / Rodrigo Morgado Ramalho de Sousa. - Botucatu : [s.n.], 2010.

v, 55 f.: tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2010.

Orientador: Claudio Angelo Agostinho
Inclui bibliografia.

1. Alevino. 2. Tilápia do Nilo. 3. Alimentação automática. 4. Larvicultura. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

À minha família, meu pai Reginaldo, minha mãe Marcia e minha irmã Aline, por todo apoio e acima de tudo pelo amor que sempre nos uniu.

A meu orientador e amigo Claudio que sempre me incentivou e pelo constante empenho e amor ao que faz.

Dedico

Agradecimentos

A Deus, pelo apoio e pelo que sou e por ter me presenteado com uma família linda e amorosa que torna meus dias muito felizes.

Setor de Aquicultura

Aos funcionários da piscicultura, atuais (João e Obedias) e aqueles que passaram por lá pela grande ajuda e pelos momentos de alegrias e risadas.

Aos estagiários que sempre colaboraram de alguma forma para o desenvolvimento das pesquisas.

Aos amigos Fernando (Goiano), Daniel, Kunii, Luciano (Jaguara), Cecília, Juliana e Rafaela que proporcionaram muitos momentos de descontração, e que foram fundamentais para o desenvolvimento dos experimentos e sem eles meu doutorado se tornaria bem mais difícil de acontecer.

Ao professor Padilha que orientou, auxiliou e cedeu espaço no laboratório para que as análises de ração e fezes fossem realizadas.

Aos professores da Unesp de Ilha Solteira que me ajudaram com as análises das gônadas das tilápias. Muito obrigado.

A todos os funcionários e professores dos Departamentos, de Produção e de Melhoramento e Nutrição animal que conviviam comigo dia a dia e contribuíram com minha formação.

À Sueli, por me ajudar e me aconselhar nos momentos importantes.

Ao CNPq pela bolsa de doutorado.

A minha querida vizinha Margarida, por sempre se dispor a me ajudar mesmo aturando durante 4 anos as noites de festas e os jogos do Corinthians que ocorriam na república. Valeu vizinha.... aquele abraço!

República Santa Cerva

A todos os meus amigos e companheiros da república e família Santa Cerva, que fizeram parte da minha vida acadêmica e de uma forma ou de outra sempre estavam me apoiando, para ir a festas, churrascos e também para estudar, afinal além de todas as festas somos dedicados e quem mora lá tem e consegue se formar, pois só os fortes sobrevivem.

Aos amigos Mineiro, Indião, Félix e todos aqueles que moraram comigo pelo companheirismo e por colaborarem nessa etapa importante da minha vida.

A minha namorada Paula, que me ajudou a fazer os últimos retoques na tese e é e vai ser muito especial e importante na minha vida pessoal e profissional. Você é minha companheira em todos os sentidos.

E pra finalizar, aos meus irmãos, Felipe e Tiago que sempre me deram força mesmo estando longe, e contribuíram com muitos momentos de felicidade na minha vida.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I.....	01
Considerações Iniciais.....	02
Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO II.....	21
Alimentação de tilápias com ração contendo hormônio masculinizante e sem hormônio, em alta e baixa frequência, durante o primeiro mês de vida.....	22
Resumo.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados.....	28
Discussão.....	29
Conclusões.....	33
Agradecimentos.....	33
Literatura Citada.....	34
Tabela 1. Parâmetros de desempenho produtivo de larvas de tilápias durante 28 dias de cultivo, alimentadas com ração contendo ou não hormônio masculinizante em diferentes frequências diárias de alimentação..	29
CAPÍTULO III.....	37
Desempenho produtivo e digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo em lotes revertidos ou não, alimentados em diferentes frequências.....	38
Resumo.....	38
Abstract.....	39
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	44

Discussão	46
Conclusões	50
Agradecimentos	50
Literatura Citada	51
Tabela 1. Parâmetros de desempenho produtivo de juvenis de tilápias revertidos ou não, alimentados sob alta ou baixa frequência, durante 50 dias de cultivo.....	45
Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e disponibilidade de cálcio e fósforo por juvenis de tilápias revertidos ou não, alimentados sob alta ou baixa frequência, durante 50 dias de cultivo.....	46
CAPÍTULO IV	54
Considerações Finais	55

CAPÍTULO I

Considerações Iniciais

1. Produção Aquícola

A piscicultura é uma das atividades que mais cresce dentro do agronegócio brasileiro. Este crescimento é devido ao aumento do consumo de carnes brancas com baixos níveis de gordura pela população e também pela constante queda da produtividade pesqueira de nosso território.

O pescado é alimento nobre e rico, que permite elevar de forma significativa o nível de nutrição e de saúde da população. Sua importância na alimentação se deve à variedade e concentração de nutrientes, aspecto no qual possui vantagem comparativa em relação a outras fontes de proteína animal. Além disso, os efeitos do consumo na prevenção de várias doenças já foram comprovados.

Como resultado da aquicultura e da pesca são produzidos 143 milhões de toneladas por ano, o que movimentava US\$ 400 bilhões em todo o mundo, sendo que desse total 47% da produção é proveniente da aquicultura. Juntas, sustentam diretamente cerca de 2,6 bilhões de pessoas, e têm papel estratégico na satisfação da demanda crescente por alimentos protéicos. Estima-se um aumento do consumo mundial de pescado para 2022 dos atuais 16 kg/habitante/ano para 22,5 kg/habitante/ano, o que representa um aumento de consumo de mais de 100 milhões de toneladas/ano. No Brasil, embora o consumo médio de pescado seja de apenas 7 kg/habitante/ano, a demanda nos supermercados tem crescido 15% nos últimos três anos. No ano de 2008, 16% da oferta foi proveniente de importações. Há, portanto, considerável espaço para o crescimento do setor no País (MDIC, 2010).

O Brasil produz atualmente mais de um milhão de toneladas/ano de pescado, gerando um PIB pesqueiro de R\$ 5 bilhões e 3,5 milhões de empregos diretos e

indiretos, além de incalculável influência na segurança alimentar e nutricional de muitas populações. Desse total, as exportações representam cerca de 270 mil toneladas por ano.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a produção mundial de pescados em 2007, envolvendo a produção extrativa (91,1 milhões de toneladas) e da aquicultura (61,1 milhões de toneladas), foi de 152,3 milhões de toneladas. Desse total, estima-se que cerca de 85,0% (129,5 milhões de toneladas) se destinaram ao consumo humano, enquanto 15,0% (22,8 milhões de toneladas) foram utilizadas para a fabricação de farinhas, óleos e outros subprodutos.

Neste contexto, a aquicultura continental com uma produção de 210.644,5 ton representou 19,6% da produção de pescado total do Brasil em 2007. O valor estimado foi de R\$ 781.145.700,00. O crescimento foi de 10,2% em relação ao ano de 2006. A região Norte contribuiu com 18,3%, a Nordeste com 22%, a Sul com 2,6% e a Centro-Oeste com 18,5%, apenas na Sudeste houve um decréscimo de 1,3%, em 2007. As principais espécies de peixes utilizadas na aquicultura destas regiões são: tilápia, carpa, tambaqui, tambacu e curimatã. A região Norte com uma produção de 26.143,0 t representa 12,4% da produção da aquicultura continental com um valor total estimado de R\$ 112.946.350,00. A região Nordeste com uma produção de 43.985,5 t representa 20,9% da produção da aquicultura continental com um valor total estimado de R\$ 130.018.500,00. A região Sudeste com uma produção de 35.823,5 t representa 17,0% da produção da aquicultura continental, com um valor total estimado de R\$ 139.763.400,00. A região Sul produziu 64.483,5 t de pescado em 2007 com um valor total estimado de R\$ 249.535.100,00. Continua contribuindo com a maior parcela na produção nacional com 30,6%. A tilápia e a carpa são as espécies mais representativas, tendo suas maiores produções concentradas nos estados do Ceará, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. A região Centro-Oeste com uma produção de 40.209,0 t representa

19,1% da produção da aquicultura continental, com um valor total estimado de R\$ 148.882.350,00 (IBAMA, 2007)

A relevância da participação dos produtos pesqueiros no contexto da alimentação humana fica claramente evidenciada quando se tem presente que os mesmos já contribuem com mais de 16% do total de proteína animal consumida pela população mundial, aliado ao fato de que somente as importações dos Estados Unidos (US\$ 28,5 bilhões) e da Europa (US\$ 25,2 bilhões) representaram um montante de US\$ 54,0 bilhões em 2008 (FAO, 2009).

Dada a dimensão territorial do país, a disponibilidade hídrica, a vantagem climática, a diversidade de espécies cultiváveis ou capturadas, grande potencial genético e uma grande disponibilidade de insumos a serem utilizados na alimentação dos animais, o Brasil tem potencial para se tornar totalmente auto-suficiente na produção de pescados a preços acessíveis e ainda, vir a ser um dos maiores produtores mundiais.

2. Sistemas de Produção

As tilápias podem ser produzidas em diversos sistemas e regimes de produção, classificados na literatura de acordo com a intensidade de estocagem, do uso de insumos e das práticas de manejo. Estes estão divididos em sistema extensivo, semi-intensivo, intensivo e o superintensivo, mais especificamente, a produção em tanques-rede.

A produção em tanques-rede tem sua origem um tanto vaga. Provavelmente, os primeiros tanques-rede foram utilizados por pescadores, como estruturas de manutenção até que os peixes pudessem ser comercializados. Os primeiros tanques-rede foram desenvolvidos no sudoeste asiático, no final do século passado, a partir de armadilhas de madeira ou bambu, onde os peixes eram alimentados com restos de peixes ou comida (Beveridge, 1987).

Considerada como sistema de produção com fluxo contínuo da água, a piscicultura em tanques-rede proporciona o controle eficaz pelo produtor e o aumento da estocagem de alevinos de 500.000 a 3.000.000 por hectare (Zimmermann & Fitzsimmons, 2004). O Brasil conta com extensas áreas de estuários assim como as áreas de água represada e dos lagos artificiais, onde a pesca artesanal deixou de ser atividade de renda para as populações locais devido à redução dos estoques pesqueiros. Implantar a aquicultura, principalmente com o uso de tanques-rede nestas áreas, possibilita a redução da pressão exercida pela pesca e pode aumentar a renda familiar, contribuindo com o desenvolvimento sócio-econômico do país.

Nas regiões Sul e Sudeste concentram-se 12,0% de toda a água doce do Brasil. Estas áreas apresentam as tecnologias mais adequadas e as maiores atividades em piscicultura do país. A tilapicultura nestas regiões é praticada em tanques-rede de pequeno volume, com 2,0 a 6,0 m³ (Zimmermann & Fitzsimmons, 2004), podendo produzir de 30 a 300 kg/m³ por ciclo de produção (Kubitza, 2000). Estima-se que aproximadamente 24,9% da produção de peixe e 39,7% do consumo de ração comercializada no País estão concentrados na região Sudeste (Sales et al., 2005).

Em quase todo o território nacional existem condições para o sucesso desta modalidade de piscicultura. A criação de peixes em tanques-rede apresenta menor investimento inicial para a implantação, quando comparado com a construção de viveiros e “raceways”; além disso, a possibilidade do aproveitamento dos recursos aquáticos já disponíveis (grandes reservatórios, açudes e rios) permite o cultivo de diferentes espécies em um mesmo corpo d’água, sem mistura dos estoques; assegura o maior controle do estoque e melhor observação dos peixes do que o cultivo em viveiros; menor custo no tratamento de doenças comparado ao cultivo em viveiros; geralmente reduz a incidência de problemas com sabor indesejável na carne dos peixes; no cultivo

de tilápias elimina os problemas associados a reprodução excessiva e a dificuldade de despesca, freqüentemente encontrados em viveiros (Kubitza, 2000).

3. Cultivo de tilápias

As tilápias são espécies oportunistas, que apresentam uma grande capacidade de adaptação aos ambientes lênticos. Além disso, suportam grandes variações de temperatura e toleram baixos teores de oxigênio dissolvido. A alimentação pode variar dependendo da espécie: podem ser onívoras, herbívoras ou fitoplanctófagas. Algumas espécies se reproduzem a partir dos seis meses de idade, sendo que a desova pode ocorrer mais de quatro vezes por ano. Como protegem a prole, o índice de sobrevivência é bastante elevado.

Muitas espécies e linhagens de tilápia possuem capacidade de adaptação a ambientes de diferentes salinidades, podendo ser cultivadas tanto em água doce, salobra ou salgada. O Brasil apresenta um grande potencial para cultivo de peixes em áreas estuarinas, fato que em outros países já se tornou uma atividade comercial consolidada.

O desenvolvimento e a intensificação da tilapicultura dependem do controle de algumas funções fisiológicas, entre elas, a reprodução. A produção de tilápias não revertidas sexualmente foi prática comum em diversos países durante décadas. Entretanto, nos últimos anos, o cultivo se voltou única e exclusivamente para a produção de monosexo (apenas machos). Essa modalidade de cultivo comparada com a produção de tilápias não revertidas favorece o melhor desempenho produtivo e controle da reprodução indesejada. (Meurer et al., 2004, El-Sayed, 2006).

Existem diversas formas de se produzir lotes de tilápias monosexo, como: sexagem manual; banhos de imersão em hormônios masculinizantes e principalmente a

administração de 17- α -metiltestosterona (MT) na alimentação de larvas (Pinto, 1988). Esta última é a forma mais utilizada hoje no Brasil.

O uso de MT na criação de tilápias data desde o final dos anos 60, quando vários hormônios e métodos de tratamento foram testados a fim de produzir lotes de tilápia monossexo para amenizar o problema de disseminação pela reprodução excessiva na maioria dos sistemas de crescimento. (Clemens & Inslee, 1968; Guerrero, 1975; Nakamura, 1975; Owusu-Frimpong & Nijjhar, 1981; Phelps et al., 1992). Alimentando-se alevinos de tilápia com pequenas quantidades de hormônio masculino antes e durante a diferenciação sexual, quase todos os peixes tratados se desenvolvem como machos morfológicamente e o potencial do lote se reproduzir é praticamente eliminado. Esta forma de controle sexual tem o benefício adicional que machos de tilápia geralmente crescem mais rápido que fêmeas. Desta forma, lotes de tilápias revertidos em machos apresentam crescimento melhor e mais uniforme que lotes de peixes não revertidos (Smith & Phelps, 1997; Hossain, et. al., 2005).

A maior parte dos trabalhos relacionados à reversão sexual enfoca o sucesso ou fracasso dos métodos utilizados, sem adequada atenção às taxas de sobrevivência e crescimento de peixes submetidos ao tratamento hormonal.

Blázquez et al. (1995) e Pandian & Sheela (1995) afirmaram que peixes sexualmente revertidos podem apresentar baixa sobrevivência e supressão do crescimento, causadas por altas doses de hormônios. Por outro lado, Mainardes-Pinto et al. (2000) não observaram diferença no ganho de peso entre os peixes alimentados com ração contendo ou não hormônio.

4. A linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia)

Essa linhagem foi formada por quatro linhagens comerciais de tilápias cultivadas na Ásia e quatro linhagens silvestres de tilápias de origem africana (Gupta & Acosta, 2004). A GIFT chegou ao Brasil em março de 2005 na Estação Experimental da Universidade Estadual de Maringá (UEM-Codepar) e, encontra-se disponível para os produtores (Lupchinski Jr. et al., 2008). Em experimento realizado com alevinos não revertidos apresentou crescimento superior de 15 a 20% de uma das gerações de GIFT em comparação com a linhagem tailandesa (Chitralada). Esse resultado foi atribuído ao fato da linhagem GIFT apresentar maturação sexual mais tardia (Kubitza, 2006).

Porém, mesmo para esta linhagem o desempenho de machos e fêmeas é diferente (WorldFish Center, 2004). Segundo Toguyeni et al. (1997) tilápias não revertidas apresentam maior interação social com dominância dos machos, ocasionando desperdício de energia e desuniformidade do lote. Esse problema pode ser amenizado com o aumento da frequência alimentar que melhora a distribuição da ração, reduz a competição pelo alimento e proporciona maior uniformidade do lote e maior peso final dos peixes (Koskela, et al., 1997; Wang et al., 1998; Sousa et al., 2008).

5. Manejo Alimentar

Na piscicultura a alimentação manual é a forma mais utilizada. Porém, quanto maior a unidade de produção, mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar, devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças no comportamento dos peixes para adequar o fornecimento de ração.

A alimentação automática foi um dos principais fatores que permitiu o desenvolvimento industrial da avicultura, pois quando o abastecimento dos comedouros era realizado manualmente, um tratador cuidava de um galpão com aproximadamente

15.000 aves em fase de recria e engorda e, com o abastecimento automático dos comedouros, um tratador cuida atualmente de quatro galpões, com aproximadamente 60.000 animais.

Os alimentadores automáticos para peixes, encontrados no mercado, foram fabricados com dispositivo próprio para lançar a ração a grandes distâncias nos viveiros. Estes dispositivos aumentam o custo do alimentador, inviabilizando seu uso em tanques-rede, onde é necessário um alimentador automático para cada unidade.

Agostinho et al. (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração para tanques-rede. O dispensador consiste em um reservatório que libera a ração em intervalos e em quantidades pré-determinados. Este equipamento proporciona oferta uniforme de alimento e evita desperdícios. Além disso, o custo deste equipamento é cinco a seis vezes inferior aos dispensadores automáticos presentes no mercado.

5.1. Frequência Alimentar

O manejo alimentar correto é indispensável para melhorar o crescimento dos peixes e a sua uniformidade, sem o comprometimento sanitário, pois o excesso de alimento, além de provocar alterações metabólicas, implica na deterioração da qualidade da água. Recomenda-se para espécies filtradoras, que se alimentam com frequência na natureza, o manejo de maneira que os peixes recebam a ração em pequenas porções e com maior frequência diária (Van der Meer et al., 1997).

Yao et al. (1994) analisando os efeitos da frequência de alimentação em *Plecoglossus altivelis* (ayu), relataram que os peixes alimentados quatro vezes ao dia apresentaram nível mais baixo de triglicédeos do que aqueles alimentados somente duas vezes ao dia. O rendimento e a composição bromatológica do filé foram melhores

em tilápias submetidas a duas e a quatro refeições diárias do que em frequências menores, como uma refeição a cada dois dias ou uma refeição/dia (Pádua, 2001).

No cultivo de tilápias e de peixes em geral, são utilizados três sistemas para o fornecimento de ração: a alimentação manual, por demanda e a automática. A alimentação automática para tilápias nilóticas (Novato, 2000; Oliveira et al. 2007) e para o *Dicentrarchus labrax* (Azzaydi et al., 2000) tem apresentado resultados surpreendentes em comparação aos outros métodos. Sousa (2007) avaliando diferentes frequências e períodos de alimentação (com alimentadores automáticos) para juvenis de tilápias observou maior peso final e melhor conversão alimentar para os peixes alimentados 24 vezes (de hora em hora, dia e noite) comparados aos alimentados 6 ou 12 vezes (de duas em duas horas, só de dia ou só à noite; de hora em hora, só de dia ou só à noite, respectivamente). Além disso, a maior frequência alimentar proporcionou economia de 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzida comparada com a frequência de 6 vezes, causando menor desperdício e melhorando a qualidade ambiental.

6. Digestibilidade Aparente

Segundo Andrigueto et al. (1990) a digestibilidade de uma dieta é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve a energia e os nutrientes contidos nos alimentos. As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada por meio da determinação de seus coeficientes de digestibilidade. Assim, a digestibilidade aparente descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada nas fezes. Vários são os fatores que podem influenciar a digestibilidade dos alimentos pelos peixes, dentre eles estão: espécie, idade, condições fisiológicas, características da água, composição do alimento, taxa e frequência de alimentação e tamanho da partícula (Hepher, 1988; Zhou et al., 2003). Os primeiros

estudos acerca da determinação dos coeficientes de digestibilidade foram realizados por Homburger, em 1877 (Hepher, 1988).

O conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos alimentos e dos nutrientes permite a formulação de rações que melhor atendam as exigências nutricionais dos peixes, evitando tanto a sobrecarga fisiológica quanto a ambiental (Pezzato et al., 2004).

Para obter alta eficiência produtiva a custos baixos, é necessário melhoria na utilização das dietas. Assim, os produtores de peixe são altamente dependentes do custo e da quantidade de ração utilizada. Nesse sentido, pesquisas têm procurado solucionar este problema por meio de estudos de métodos que otimizem o aproveitamento das rações melhorando o desempenho dos peixes e evitando a eutrofização do meio ambiente.

6.1. Proteína

Para as espécies tropicais, poucas são as informações dos valores digestíveis da proteína e da energia da maioria dos alimentos nacionais em função do manejo alimentar aplicado.

Segundo Ustaoglu Tiril & Alagil (2009) não há diferenças nos valores de digestibilidade da proteína pela truta arco-íris quando se aumenta a frequência de alimentação. Entretanto, Riche et al. (2004), avaliando o efeito da frequência alimentar na evacuação gástrica de tilápias, preconizam que diante do aumento da frequência de alimentação ocorre sobrecarga gástrica, prejudicando a absorção dos nutrientes.

Contudo, a sobrecarga gástrica pode estar relacionada à taxa de alimentação. Windell et al. (1978) observaram que a truta arco-íris quando arraçadas com taxas de alimentação entre 0,4 e 0,6 % do peso corporal apresentaram coeficientes de

digestibilidade aparente para proteína bruta superiores aos apresentados pelos peixes arraçoados com 1,6 % do peso corporal ao dia.

Outro fator que deve ser considerado é o peso dos peixes. Inaba et al. (1962) estudaram o efeito de diferentes estágios de crescimento em trutas sobre o coeficiente de digestibilidade de uma dieta padrão e, concluíram que peixes maiores apresentam melhores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína.

Observa-se que diversos são os fatores que afetam a digestibilidade da proteína, mas a partir de rações com altos coeficientes de digestibilidade e utilização do manejo alimentar adequado será possível obter melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e, principalmente, minimizar o impacto ambiental que alguns alimentos podem proporcionar.

6.2. Cálcio

O íon cálcio é importante para todos os sistemas biológicos e participa de numerosas reações enzimáticas. É componente vital no mecanismo da secreção hormonal, está envolvido na neurotransmissão, na contração muscular, coagulação sanguínea e constitui o principal cátion da estrutura cristalina dos ossos, além de participar do metabolismo da vitamina D, influir sobre a permeabilidade das membranas biológicas (Berne, 1980), no equilíbrio ácido básico e na ativação de diversas enzimas (NRC, 1993).

A exigência de cálcio dos peixes é atendida em grande parte pela absorção do cálcio, presente na água, através das brânquias e da pele. Alguns estudos demonstraram que o cálcio presente na ração apresenta baixa digestibilidade pelos peixes. Este fato pode estar relacionado à absorção de cálcio da água pelos peixes. Segundo Wilson et al. (1982), 80 % das exigências de cálcio podem ser supridas diretamente da água, por

meio de absorção ativa pelas brânquias. Guimarães et al. (2007) trabalhando com ingredientes protéicos para tilápia encontraram valores de disponibilidade para o cálcio de 35,60 %. Furuya et al. (2001) observaram que tilápias alimentadas com ração sem suplementação de fitase apresentam 34,32 % de digestibilidade do cálcio e, Köprücü & Özdemir (2005) observaram que a digestibilidade desse mineral para ingredientes de origem animal foi de 17,1 % e de origem vegetal foi de 20,9 % na alimentação da mesma espécie.

6.3. Fósforo

O fósforo é considerado um nutriente essencial para a formação da estrutura óssea e para o metabolismo corporal, sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender à exigência nutricional do animal.

Estudos de biodisponibilidade do fósforo na nutrição animal buscam interpretar dados que melhorem a absorção deste mineral em fontes alimentares. Com a melhor digestibilidade deste nutriente é possível eliminar efeitos negativos de fatores que resultam em crescimento reduzido, alta conversão alimentar, alterações hormonais e, em situações extremas, danos aos órgãos. Além disso, favorece a diminuição da poluição ambiental devido à menor excreção fecal de fosfatos não absorvidos que permanecem na água de cultivo, cujo descarte é feito nos mananciais hídricos, o que contribui no processo de eutrofização do sistema aquático (Gonçalves et al., 2004).

Furuya et al. (2001) trabalhando com tilápias alimentadas com ração sem suplementação de fitase encontraram valores de digestibilidade aparente do fósforo de 38,21 %. Em estudo realizado por Miranda et al. (2000) para determinar a disponibilidade de fósforo em ingredientes de origem vegetal para a tilápia, foram observados valores de coeficientes de disponibilidade aparente do fósforo de 7,33;

35,13 e 30,49 para o fubá de milho, farelo de soja e farelo de trigo, respectivamente. A variabilidade dos resultados obtidos pelas pesquisas pode estar relacionada às variações nas composições dos ingredientes, teor do nutriente na ração, processamento das rações, tamanho e linhagem dos peixes e, manejo alimentar empregado e principalmente ao método de coleta e análise (Pezzato et al. 2002; Moraes et al., 2009).

6.4. Métodos de Coleta e Avaliação

A escolha do método de coleta de fezes é importante para a obtenção de resultados confiáveis. Segundo Abimorad & Carneiro (2004), diversas metodologias são aplicadas, dentre elas estão: dissecação intestinal, extrusão manual, sucção anal, pipetagem imediata na água, filtração contínua de água e decantação das fezes.

Para a determinação da digestibilidade de alimentos para peixes são utilizados marcadores fecais que se dividem em internos, que estão naturalmente no alimento e, os externos, que são adicionados a dieta (Kotb & Lukey, 1972). Estes mesmo autores relatam que além da determinação da digestibilidade, estes indicadores apresentam várias aplicações, como: estimar a quantidade de alimento ou nutriente consumido, medir o tempo e a taxa de passagem de ingesta pelo trato digestório e quantificar o consumo de alimentos em condições controladas.

Dentre os marcadores, o óxido de cromo (Cr_2O_3) (marcador externo) é o mais utilizado por ser indigestível, não absorvível e passar uniformemente pelo aparelho digestório do animal (Maynard & Loosly, 1966).

Entretanto, a quantificação do Cr_2O_3 nas amostras apresenta inconvenientes nos procedimentos de preparo, pois normalmente é realizada através da mineralização por aquecimento lento que gera extratos ácidos que contém íons dicromato, substância altamente tóxica. Desta forma, o uso da sílica (SiO_2) como marcador interno, presente

naturalmente nas rações, apresenta-se como alternativa (Saleh et al., 2007). Esses mesmos autores, trabalhando com digestibilidade aparente de minerais observaram que utilizando a extração ultra-sônica e adotando a sílica como marcador interno, obtém-se resultados equivalentes ao método clássico que utiliza óxido de cromo.

Neste sentido, o uso de marcador interno (SiO_2) presente naturalmente nas rações comerciais juntamente com a extração ultra-sônica pode facilitar a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, não havendo a necessidade de se produzir rações com marcadores externos (Cr_2O_3).

Esta tese compreende dois estudos que estão apresentados nos capítulos II e III. O primeiro refere-se à alimentação de tilápias com ração contendo hormônio masculinizante e sem hormônio, em alta e baixa frequência, durante o primeiro mês de vida. O segundo refere-se ao desempenho produtivo e digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo em lotes revertidos ou não, alimentados em diferentes frequências.

O Capítulo – II, intitulado “**Alimentação de larvas de tilápias com ração com e sem hormônio masculinizante, em alta ou baixa frequência**”, se apresenta de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**.

O Capítulo – III, intitulado “**Desempenho produtivo e digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo em lotes revertidos ou não, alimentados em diferentes frequências**”, está escrito de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**.

Referências Bibliográficas

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- AGOSTINHO, C.A.; LIMA, S.L.; FORTES, J.V.; GUIMARÃES, M.A. **Dispensador automático de ração**. Patente de Invenção nº 0403612-3, 23 de agosto de 2004.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLEY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal, v.1: As bases e os fundamentos da nutrição animal – os alimentos**. 4ed. Editora Nobel. São Paulo, SP. 1990.
- AZZAYDI, M.; MARTÍNEZ, F.J.; ZAMORA, S. et al. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). **Aquaculture**, v. 182, 2000, p. 329-338.
- BERNE, R.M. **Fisiologia**. Editora Guanabara. 2ed. 1980.
- BEVERIDGE, M. **Cage Aquaculture**. Blackwell Scientific Publication Ltd. 1987. 351p.
- BLÁZQUEZ, M.; PIFERRER, F.; ZANUY, S. et al. Development of sex control techniques for European sea bass (*Dicentraechus labrax* L.) aquaculture: effects of dietary 17 α -methyltestosterone prior to sex differentiation. **Aquaculture**, v.135, p.329-342, 1995.
- CLEMENS, H.P.; INSLEEE, T. Production of unisexual broods by *Tilapia mossambica* sex-reversed with methyl testosterone. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.97, 1968.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. 1^a ed. Cambridge, CABI Publishing. 2006. 277p.
- FAO, **Estatísticas da Produção Mundial de Pescado – FISHSTAT**, ROMA, 2009
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. et al. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.924-929, 2001.
- GONÇALVES, G.S.; FURUYA, W.M.; RIBEIRO, R.P. et al. Farelo de canola na alimentação do piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavelho & Britski), na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.921-925, 2002.
- GUERRERO III, R.D. Use of androgens for production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner). **Transactions of the American Fisheries Society**, v.104, p.342-348, 1975

- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e disponibilidade dos minerais em alimentos protéicos extrusados para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. O avanço científico e tecnológico na produção animal, 2007. Jaboticabal, **Anais...**, Jaboticabal, SP, Brasil: SBZ, 2007, A-513.
- GUPTA, M.V.; ACOSTA, B. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. NAGA, **WorldFish Center Quarterly**, v.27, n.3-4, p.4-14, 2004.
- HEPHER, B. **Nutrition of ponds fishes**. Cambridge University Press, New York, USA, 1988. 388p.
- HOSSAIN, M.A. Over-wintering growth of normal and monosex GIFT tilapia, *Oreochromis niloticus* in Bangladesh fed on formulated diet. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v.20, p.271-285, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Disponível para consulta em <http://www.investimentos.desenvolvimnto.gov.br/arquivos/Pesca-SEAPapresentacao.pdf>. Acesso em 20/01/2010.
- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C. et al. Digestibility of dietary components in fishes. 2 – Digestibility of dietary proteins and starch in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.29, n.3, p.242-244, 1962.
- KÖPRÜCÜ, K.; ÖZDEMİR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, n.250, p.308-316, 2005.
- KOSKELA, J.; JOBLING, M.; PIRHONEN, J. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. **Aquaculture** v.156, p.35-44, 1997.
- KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. Nutrition Abstracts and Reviews, Series B. **Livestock Feed and Feeding**, v.43, n.3, p.813-845, 1972.
- KUBITZA, F. Tilápia, **Tecnologia e planejamento na produção comercial**, 2000. 289p.
- KUBITZA, F. Questões freqüentes dos produtores sobre a qualidade dos alevinos de tilápia. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.97, p.14-23, 2006.
- LUPCHINSKI JR., E.; VARGAS, L.; POVH, J.A. et al. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum**, v.30, n.2, p.233-240, 2008.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1966. 550p.

- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M. et al. Uso da *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. **Anais...** (CD-ROM).
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRI E COMÉRCIO – MDIC. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/sitio>. Acesso em 21/01/2010.
- MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E. et al. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.669-675, 2000.
- MORAES, P.M.; LOUREIRO, V.R.; PADILHA, P.M. et al. Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.
- NAKAMURA, M. Dose dependent changes in the effect of oral administration of methyl testosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*. **Bulletin of the Faculty of Fisheries**, v.26, p.99-108, 1975.
- NOVATO, P.F.C. **Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp*)**. Jaboticabal, SP: CAUNESP, 2000. 87p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, 2000.
- NRC (National Research Council); **Nutrient Requirements of Fish**, National Academy Press: Washington DC, 1993.
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R. et al. Desempenho de tilápias cultivadas em tanques-rede arraçadas em diferentes intervalos e taxas alimentares. In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. O avanço científico e tecnológico na produção animal, 2007. Jaboticabal, **Anais...**, Jaboticabal, SP, Brasil: SBZ, 2007.
- OWUSU-FRIMPONG M AND NIJJHAR, B. Induced sex reversal in *Tilapia nilotic* (Cichlidae) with methyl testosterone. **Hydrobiologia**, v.78, p.157-160, 1981.
- PÁDUA, D.M.C. **A frequência alimentar e a utilização dos nutrientes da dieta pela Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus***. Jaboticabal, SP: CAUNESP, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, 2001.
- PANDIAN, T.J.; SHEELA, S.G. Hormonal induction of sex reversal in fish. **Aquaculture**, v.138, p.1-22, 1995.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabil, 2004. p.75-172.

- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q. et al. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.965-971, 2002.
- PHELPS, R.P.; COLE, W.; KATZ, T. Effect of fluoxymesterone on sex ratio and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) **Aquaculture and Fisheries Management**, v.23, n.4, p.405-523, 1992.
- PINTO, C.S.R.M. **Criação de tilápias**. São Paulo: Instituto de Pesca (Boletim Técnico, 10), 1988. 13p.
- RICHE, M.; HALEY, D.I.; OETKER, M. et al. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.234, p.657-673, 2004.
- SALEH, M.A.D.; NEVES, R.C.F.; LOUREIRO, F.A. et al. Determinação da biodisponibilidade de zinco em rações de peixes utilizando SiO₂ como marcador interno. In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. O avanço científico e tecnológico na produção animal, 2007. Jaboticabal, **Anais...**, Jaboticabal, SP, Brasil: SBZ, 2007.
- SALES, S.D.; CASEIRA, A.; FIRETTI, R.; TREMOCOLDI, D. O desenvolvimento recente da aquicultura brasileira. In: **Anuário da Pecuária Brasileira**. ANUALPEC, 2005. São Paulo: Ivan Jun Nakamae, 2005. 257p.
- SMITH, E.S.; PHELPS, R.P. Reproductive Efficiency, Fry Growth and Response to Sex Reversal of Nile and Red Tilapia In: **PD/A CRSP Fourteenth Annual Technical Report**, 1997. 8p.
- SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Efeito do manejo alimentar na uniformidade de tilápias criadas em tanques-rede. In: Aquacultura 2008. **Anais...** Maringá: Aquacultura 2008, Aquicultura Geral [2008]. (CD-ROM).
- TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T. et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **Physiology and Behavior**, v. 62, 1997, p. 273-279.
- USTAOĞLU TIRIL, S.; ALAGİL, F. Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet. Turkey. **Journal of Veterinarian Animal Science**, v.33, n.4, p.317-322, 2009.
- VAN DER MEER, M.B.; HERWAARDEN, H.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 28, 1997, p. 419-432.

- WANG, N.; HAYAWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.
- WILSON, R.R.; ROBINSON, H.; GATLIN III, D.M. et al. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. **Journal Nutrition**, v.112, p.1197-1202, 1982
- WINDELL, J.T.; FOLTZ, J.W.; SAROKON, A.J. Effect of fish size, temperature and amount digestibility of a pelleted diet by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Transactions of the American Fisheries Society**, v.107, n.4, p.613-616, 1978.
- WORLD FISH CENTER. **GIFT Technology Manual: An aid to Tilapia selective breeding**. WorldFish Center, Penang, Malaysia, 2004. 56 p.
- YAO S.J., UMINO T. & NAKAGAWA H. Effect of feeding frequency on lipid accumulation in ayu. **Fisheries Science**, v. 60, 1994, p. 667-671.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio, 2004. v.1, p. 239-266.
- ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v.19, p.244-249, 2003.

CAPÍTULO II

Alimentação de larvas de tilápias com ração com e sem hormônio masculinizante, em alta ou baixa frequência

Resumo: Este trabalho objetivou avaliar o efeito da baixa e da alta frequência de alimentação no desempenho produtivo de peixes alimentados com ração contendo ou não hormônio masculinizante no primeiro mês de vida. Foram alojadas 2,5 larvas L⁻¹ em 24 hapas com 200 litros cada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2X2 com seis repetições. Foram testadas duas frequências de alimentação (6 e 24 vezes) e ração com e sem hormônio. Houve interação entre frequência alimentar e o tipo de ração para as variáveis de peso final e taxa de reversão. As tilápias alimentadas com ração contendo hormônio e sem hormônio submetidas à frequência de 24 vezes ao dia apresentaram peso final de 0,82 e 0,65 g, respectivamente. Para os valores de conversão alimentar aparente houve diferença em função da frequência de alimentação, onde a frequência de 24 vezes apresentou melhor resultado. A taxa de sobrevivência não diferiu entre os tratamentos. Conclui-se que a maior frequência de alimentação aumenta a disponibilidade da ração durante o dia, reduz a competição pelo alimento, aumenta a uniformidade do lote e proporciona melhor desempenho das tilápias, possibilitando aumento da produtividade de 2,5 a 3,2 vezes.

Palavras-chave: alimentação automática, GIFT, manejo alimentar, reversão sexual

Feed tilapia fry with male hormone and hormone-free diet on high and low frequency.

Abstract: The appropriate feeding is a basic premise for the sustainable development of fish farming. The use of 17- α -methyltestosterone increases tilapia performance, but it has been questioned and criticized. This study aimed to analyze the low and high feed frequency effect in fish performance with male hormone or hormone-free diet in the first month of life. Five thousand larvae were placed in 24 hapas with 200 liters each. (2.5 larvae L⁻¹) The experiment was completely randomized 2X2 factorial design with six replicates. Two feeding frequencies (six and 24 times a day) and two diets with and without hormone were tested. There was interaction between feeding frequency and diets for final weight and sex reverse rate. Tilapias fed with hormone and hormone-free diet 24 times a day showed a final weight of 0.82 and 0.65g, respectively. There was significant effect of feeding frequency on apparent feed conversion and the best result was found for the frequency of 24 times a day. The survival rate was not different among treatments. It was concluded that the increase of feeding frequency increases the diet disponible during the day, reduces the food competition, diminishes pollution by excess of diet in the water, increases the lot homogeny and results in better tilapia performance, increasing the productivity 2.5 to 3.2 times more.

Keywords: automatic feeding, GIFT, feed management, sex reversal

Introdução

Na última década a tilapicultura se desenvolveu graças a técnica de reversão sexual e à produção de plantéis monosexos machos, por meio de hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona. Essa modalidade de cultivo comparada com a produção de tilápias não revertidas resulta em melhor desempenho produtivo e controle da reprodução indesejada (Meurer et al., 2004, El-Sayed, 2006). Entretanto, há uma crescente preocupação com os resíduos de hormônio liberados na água durante o processo de reversão sexual, pois tais resíduos podem comprometer a produção sustentável da tilápia. Portanto, a redução do período de fornecimento de hormônio masculinizante ou a criação de plantéis não revertidos podem ser importantes medidas para a sustentabilidade da tilapicultura.

A linhagem GIFT da tilápia (Genetically Improved Farmed Tilapia) pode ser uma das alternativas para evitar o uso de hormônios masculinizantes. Essa linhagem foi formada por quatro linhagens comerciais de tilápias cultivadas na Ásia e quatro linhagens silvestres de tilápias de origem africana (Gupta & Acosta, 2004). As tilápias da linhagem GIFT chegaram ao Brasil em março de 2005 na Estação Experimental da Universidade Estadual de Maringá (UEM-Codepar) e encontra-se disponível para os produtores (Lupchinski Jr. et al., 2008). Alevinos não revertidos dessa linhagem apresentaram crescimento 15 a 20% superior a linhagem tailandesa (Chitralada), fato atribuído à maturação sexual mais tardia da linhagem GIFT (Kubitza, 2006). Porém, mesmo nessa linhagem os machos crescem mais do que as fêmeas (WorldFish Center, 2004).

Segundo Toguyeni et al. (1997) tilápias não revertidas apresentam maior interação social com dominância dos machos, ocasionando desperdício de energia e desuniformidade do lote. Por outro lado, o maior parcelamento da alimentação aumenta

a disponibilidade de nutrientes e melhora a distribuição da ração, reduz a competição pelo alimento e proporciona maior uniformidade do lote e maior peso final dos peixes (Koskela et al., 1997; Wang et al.; 1998; Sousa et al., 2008).

Deste modo, este trabalho foi realizado com o intuito de contribuir para o desenvolvimento da tecnologia de cultivo de tilápias até o primeiro mês de vida, objetivando a melhoria do manejo alimentar a partir da avaliação do efeito da baixa e da alta frequência de alimentação no desempenho produtivo de tilápias que receberam ou não hormônio masculinizante adicionado à ração.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista, UNESP de Botucatu (FMVZ – Departamento de Produção Animal, Setor de Aquicultura). O experimento foi realizado durante os meses de novembro e dezembro de 2008 com duração de 28 dias. Foram utilizados 24 hapas com malha de 1 mm, com volume útil de 200 litros, alojadas em hapas de 7 mm com capacidade de 400 l, providas de dispensadores automáticos de ração, distribuídas em um viveiro de 1000 m² com profundidade média de 1,5 metros e 5% de renovação diária de água.

Os parâmetros limnológicos [pH (peagômetro Oakton), temperatura e oxigênio dissolvido OD (YSI 55)], foram monitorados diariamente no período da manhã, em três pontos distintos do viveiro, conforme a posição da fonte de renovação de água.

As tilápias (linhagem GIFT) com dois dias de vida foram adquiridas da piscicultura Sempre Viva, localizada no município de Zacarias-SP. A densidade inicial de cultivo foi de 2,5 peixes L⁻¹. Amostragens iniciais (10%) foram realizadas para determinação do peso inicial das larvas, que foi de 9,1 ± 1,7 mg.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2X2 com seis repetições por tratamento. Os animais foram alimentados somente durante o período diurno, com duas frequências de alimentação (6 vezes: de duas em duas horas e 24 vezes: de meia em meia hora) e ração com hormônio masculinizante (60 mg kg^{-1}) e sem hormônio.

O arraçoamento inicial diário foi realizado com base na biomassa, variando de 200% no início até 2% no final do experimento, utilizando-se de uma ração (comercial) em pó que segundo o fabricante (Mogiana Alimentos) apresentava: umidade (máx.) 10%, Proteína Bruta (mín.) 55%, Extrato Etéreo (mín.) 4%, Matéria Fibrosa (máx.) 6%, Matéria Mineral (máx.) 18%, Cálcio (máx.) 5%, Fósforo (mín.) 1,5%. As dietas experimentais foram preparadas no próprio setor por meio da adição ou não de hormônio 17- α -metiltestosterona (60 mg kg^{-1}) diluído em 200 ml de álcool etílico (92,8°) para cada quilo de ração comercial. Em seguida as dietas foram homogeneizadas, espalhadas em bandejas plásticas e secas à sombra em local ventilado. A ração era revolvida 4 ou 5 vezes ao dia durante as primeiras 48 horas até a completa evaporação do álcool. Apenas na ração que recebeu hormônio foi adicionado álcool.

Ao final dos 28 dias de cultivo todos os peixes foram contados e pesados. Em seguida, foram devolvidos para as respectivas hapas, onde permaneceram até completar 56 dias. A frequência de alimentação permaneceu como nos tratamentos iniciais. Entretanto, a partir dos 28 dias o fornecimento de hormônio na ração foi interrompido.

No final dos 56 dias, 60 peixes de cada tratamento foram colocados separadamente por repetição em um recipiente plástico com tampa contendo solução de formaldeído a 10% (100 mL de solução de formaldeído em 900 mL de água). Após 72 horas a solução de formaldeído foi substituída por álcool etílico a 80° e, os peixes foram conservados até as análises de identificação de sexo serem realizadas.

A proporção de sexos foi determinada pela análise microscópica das gônadas, utilizando-se a técnica de coloração com acetato de carmim (Wassermanm & Afonso, 2002). As gônadas dos alevinos eram retiradas pela abertura da cavidade abdominal. Em seguida, eram colocadas em lâminas, coradas com acetato de carmim a 45%, comprimidas com lamínula e examinadas com microscópio ótico, sob objetiva 40x.

Para avaliar a uniformidade dos lotes de peixes em cada hapa utilizou-se uma equação proposta por Marques et al. (2003). A partir das medidas de peso total dos peixes de cada unidade experimental, calculou-se a média, sendo então quantificados o número de indivíduos que se apresentavam com o peso dentro do intervalo correspondente a 20% acima e abaixo da média de cada unidade experimental.

$$U = \frac{N_{\pm 20\%}}{N_t} \cdot 100$$

Sendo:

U = Uniformidade do lote: variação no peso total

(%);

N_t = número total de peixes em cada unidade experimental;

N_{±20} = nº de animais com peso total ± 20% em torno da média da unidade experimental

A análise estatística foi processada utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, por meio de um modelo que considera o efeito da frequência alimentar, o tipo de ração e a interação entre a frequência alimentar e o tipo de ração (ANOVA). Nas análises em que ocorreram diferenças, os dados foram submetidos a teste de comparação de médias (Duncan) ao nível de 5% de significância.

Resultados

Os parâmetros de qualidade da água se apresentaram dentro dos limites recomendados para produção de tilápias, com médias de oxigênio dissolvido $4,5 \text{ mg L}^{-1}$, pH 7,7, temperatura mínima $24,3 \text{ }^\circ\text{C}$ e temperatura máxima $29,4 \text{ }^\circ\text{C}$. As variáveis de peso final, conversão alimentar aparente, porcentagem de machos, uniformidade e sobrevivência das tilápias, ao final do período de 28 dias de cultivo, são apresentadas na Tabela 1. Houve interação entre frequência alimentar e tipo de ração ($p \leq 0,05$) para peso final e porcentagem de machos. O tratamento em que os peixes receberam ração com hormônio em 24 refeições determinou o melhor crescimento e maior proporção de machos ($p \leq 0,05$).

O maior número de refeições proporcionou melhor crescimento tanto para os peixes alimentados com ração contendo hormônio quanto para os alimentado com ração sem hormônio. Os peixes alimentados com maior frequência apresentaram melhor conversão alimentar aparente, maior uniformidade do lote e nos tratamentos que receberam hormônio, maior taxa de reversão. Os peixes dos tratamentos que receberam hormônio apresentaram maior uniformidade do que os peixes dos tratamentos que não receberam. Entretanto, não houve interação para a variável uniformidade. A taxa de sobrevivência não diferiu entre os tratamentos.

Tabela 1. Parâmetros de desempenho produtivo de larvas de tilápias durante 28 dias de cultivo, alimentadas com ração contendo ou não hormônio masculinizante em diferentes frequências diárias de alimentação.

Parâmetro	Frequência	Ração		Média
		Com Hormônio	Sem Hormônio	
Peso Final (g)	6	0,30 Ba	0,29 Ba	0,30
	24	0,82 Aa	0,65 Ab	0,74
	Média	0,56	0,47	cv 36,10
CAA	6	1,92	1,95	1,94 A
	24	0,80	0,96	0,88 B
	Média	1,36	1,46	cv 29,00
Percentual de machos (%)	6	84,00 Ba	46,00 Ab	65,00
	24	100,00 Aa	46,00 Ab	73,00
	Média	92,00	46,00	cv 10,15
Uniformidade do lote (%)	6	67,50	50,00	58,75 B
	24	90,00	80,00	85,00 A
	Média	78,75 a	65,00 b	cv 23,01
Sobrevivência (%)	6	77,56	78,24	77,90
	24	80,16	75,16	77,66
	Média	78,86	76,70	cv 10,11

Médias com letras distintas, maiúsculas (A, B) nas colunas e minúsculas (a, b) nas linhas, diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan. (cv: coeficiente de variação).

Discussão

Os valores de temperatura máxima e mínima, pH e oxigênio dissolvido da água durante o período experimental estiveram dentro das recomendações para o cultivo de peixes tropicais (Boyd & Tucker, 1999). As condições dos parâmetros limnológicos do viveiro onde foi conduzido o experimento foram favoráveis ao cultivo da tilápia. A temperatura é um dos fatores que, segundo Kubitzka (2000) deve estar entre 25 e 29°C. No presente estudo, apenas a temperatura mínima (24,3°C) ficou um pouco abaixo da faixa considerada ideal para esse tipo de criação. Ressalta-se que a temperatura é um

fator essencial para se obter o melhor crescimento das tilápias, principalmente na fase inicial de vida (El-Sayed, 2006).

O menor peso final associado à menor frequência corroboram os resultados observados por Sanches & Hayashi, 2001; Hayashi et al, 2002; Tachibana et al, 2004, para a mesma fase de criação. Nestes trabalhos, o peso dos alevinos variou entre 0,16 e 0,26 g, ao final da fase de reversão sexual. Entretanto, todos estes estudos foram realizados em aquários e ou em caixas de água em condições controladas.

Os valores de peso final obtidos pelas tilápias alimentadas com ração sem hormônio e na frequência de 24 vezes ao dia foram 2,5 vezes maiores do que os relatados na literatura. Já as tilápias alimentadas com ração contendo hormônio e na frequência de 24 vezes ao dia apresentaram peso final 3,2 vezes superiores, para esta mesma fase. Para Silva (2004), larvas de tilápia alimentadas com dietas contendo hormônio masculinizante apresentam desempenho produtivo inferior. Contraditoriamente, Mainardes-Pinto et al. (2000) não observaram diferença no ganho de peso entre os peixes alimentados com ração contendo ou não hormônio. Segundo alguns autores (Duarte et al., 2002; Dias-Koberstein et al., 2007), o melhor desempenho produtivo das larvas de tilápias masculinizadas ocorreu porque o 17- α -metiltestosterona tem função anabolizante e melhora a assimilação dos nutrientes no organismo.

Em relação à adição de hormônio na ração, quando a frequência alimentar foi baixa não houve diferença de peso; quando a frequência alimentar foi alta, o peso final dos peixes foi maior. Peixes alimentados com baixa frequência com hormônio apresentaram peso final inferior aos peixes alimentados com alta frequência sem hormônio.

A CAA para peixes nessa fase de cultivo raramente é calculada, seja por pesquisadores ou produtores. Mas, segundo Kubitzka (2000), para o cultivo de um

milheiro de larvas na fase de reversão sexual são gastos de 600 a 800 g de ração. Desta forma, a conversão alimentar média para larvas que atingem de 0,3 a 0,5 g é de 1,75, aproximando-se dos valores encontrados neste experimento para os peixes alimentados com baixa frequência. Entretanto, a CAA dos peixes alimentados com alta frequência foi praticamente a metade. Fato que pode ter ocorrido devido às espécies filtradoras aproveitarem melhor o alimento quando está mais vezes disponível. Segundo Van der Meer et al. (1997) e Sousa et al. (2006) o fornecimento de ração com maior frequência diária promove melhor conversão alimentar .

Outro parâmetro que foi beneficiado pelo aumento da frequência alimentar foi a porcentagem de machos. Quando as larvas de tilápia foram alimentadas sob alta frequência, a porcentagem de machos no lote foi de 100%, se aproximando dos resultados encontrados por Gayão (2009). Esse manejo contribui para o melhor aproveitamento da ração (Sousa, 2007) e, conseqüentemente, do hormônio. Na frequência alimentar mais baixa, pode ter ocorrido dominância, prejudicando a ingestão do hormônio por alguns indivíduos, diminuindo consideravelmente a porcentagem de machos no lote (84,0%). Esse resultado está de acordo com Smith & Phelps (1996) que encontraram 82 a 92% de machos em lotes de tilápia submetidos à reversão sexual. Nos tratamentos que os peixes não receberam hormônio, as porcentagens de machos dos lotes (46,0%) não diferiram, ficando abaixo dos valores encontrados por outros pesquisadores: 56 a 58% (Mainardes-Pinto et al., 2000) e 59,6% (Gayão, 2009). Esse resultado pode estar associado à linhagem utilizada no presente trabalho (GIFT), que é recente no país e diferente das utilizadas pelos pesquisadores citados.

A uniformidade das larvas em função dos tratamentos demonstrou que pode ocorrer dominância quando estas são alimentadas poucas vezes ao dia, principalmente nos lotes que receberam ração sem hormônio. Segundo Vera Cruz & Mair (1994) a

ocorrência de hierarquia para alimentação entre os peixes, quando indivíduos dominantes de uma população consomem mais alimentos e crescem mais rapidamente, deixando menos alimento para os dominados, acarreta desuniformidade do lote. Evidenciando essa hipótese, os peixes alimentados sob alta frequência demonstraram maior uniformidade, mesmo nos lotes de peixes que não receberam hormônio. Wang et al. (1998) acreditam que a alta frequência alimentar pode aumentar as oportunidades de acesso ao alimento dos peixes subordinados, pois os dominantes ficarão saciados e menos agressivos, resultando em menor variação de tamanho. O aumento da frequência alimentar durante o período de 24 h melhora a distribuição da ração, reduz a competição pelo alimento e proporciona maior uniformidade do lote e maior peso final dos peixes. Este manejo pode diminuir a necessidade de classificação periódica dos peixes em tanques-rede (Sousa et al., 2008).

No presente trabalho, os tratamentos não interferiram na taxa de sobrevivência. Estes mesmos resultados foram encontrados por Bombardelli, (2003); Silva, (2004) e Dias-Koberstein et al. (2007) que trabalharam com a fase de reversão para tilápias. Entretanto, os valores médios ficaram abaixo dos encontrados por Sanches & Hayashi (2001) e Dias-Koberstein et al. (2007), mas não comprometeram o desempenho das larvas.

O conjunto de parâmetros avaliados neste experimento, que proporcionaram melhor desempenho produtivo para os peixes alimentados 24 vezes ao dia, pode estar relacionado à quantidade com qualidade que o alimento fica disponível para os peixes na água. A ração em pó apresenta perdas significativas em função do tempo de flutuação. Como a ração foi fornecida em pequenas porções, era consumida rapidamente sem perder a qualidade, ao contrário do que acontecia com os peixes alimentados poucas vezes com porções maiores por vez.

Conclusões

Conclui-se que é possível cultivar larvas de tilápias da linhagem GIFT e obter bons resultados produzindo peixes não revertidos quando são alimentados em alta frequência. O aumento da frequência alimentar disponibiliza melhor a ração durante o dia, reduz a competição pelo alimento, aumenta a uniformidade do lote e proporciona melhor desempenho das tilápias, possibilitando aumento da produtividade de 2,5 a 3,2 vezes.

Agradecimentos

Ao Departamento de Produção Animal da UNESP de Botucatu, ao CNPq, à Piscicultura Sempre Viva e à Mogiana Alimentos.

Literatura Citada

- BOMBARDELLI, R.A. **Reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com diferentes idades através de banho de imersão.** 2003. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond Aquaculture Water Quality Management.** Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999. 700p.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; NETO, G.A.; STÉFANI, M.V. et al. Reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. **Revista Acadêmica**, v.5, n.4, p.391-395, 2007.
- DUARTE, K.M.R.; SILVA, F.M.S.M.; MEIRELLES, C.F. Resíduos de anabolizantes na produção animal: importância e métodos de detecção. **Ciência Rural**, v.32, p.731-737, 2002.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture.** 1ª ed. Cambridge, CABI Publishing. 2006. 277p.
- GAYÃO, A.L.B.A. **Produção de tilápias do Nilo revertidas ou não: Efeitos da nutrição e da reversão sexual nos parâmetros produtivos e estruturas do fígado.** 2009. 95f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- GUPTA, M.V.; ACOSTA, B. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. NAGA, **WorldFish Center Quarterly**, v.27, n.3-4, p.4-14, 2004.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.823-828, 2002.
- KOSKELA, J.; JOBLING, M.; PIRHONEN, J. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. **Aquaculture** v.156, p.35-44, 1997.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial.** Ed. Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura Ltda. Jundiaí, 2000. 285p.
- KUBITZA, F. Questões frequentes dos produtores sobre a qualidade dos alevinos de tilápia. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.97, p.14-23, 2006.
- LUPCHINSKI JR., E.; VARGAS, L.; POVH, J.A. et al. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum**, v.30, n.2, p.233-240, 2008.

- MAINARDES-PINTO, C.S.R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B.E.S. et al. Masculinização da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17- α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.655-659, 2000.
- MARQUES, R.N.; HAYASHI, C.; SOARES, M.C. et al. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) cultivados em baixas temperaturas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.24, p.97-104, 2003.
- MEER, M.B.V.; HERWAARDEN, H.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432, 1997.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M. et al. Uso da *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. **Anais...** (CD-ROM).
- SANCHES, L.E.F.; HAYASHI, C. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fry performance during sex reversal in hapas. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.871-876, 2001.
- SILVA, C.A.H. **Utilização de dietas microencapsuladas para reversão sexual de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 47f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- 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.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.95, p.49-51, 2006.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Efeito do manejo alimentar na uniformidade de tilápias criadas em tanques-rede. In: Aquacultura 2008. **Anais...** Maringá: Aquacultura 2008, Aquicultura Geral [2008]. (CD-ROM).
- TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L.E. et al. Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v.26, n.3, p.305-311, 2004.
- TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T. et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **Physiology and Behavior**, v.62, p.273-279, 1997.

- VERA CRUZ, E.M.; MAIR, G.C. Conditions for effective sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 122, n.1, p.237-248, 1994.
- WANG, N.; HAYAWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.
- WASSERMANN, G.J.; AFONSO, L.O.B. Validation of the aceto-carmin technique for evaluating phenotypic sex in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Revista Ciência Rural**, v.32, p.113-139, 2002.
- WORLD FISH CENTER. **GIFT Technology Manual: An aid to Tilapia selective breeding**. WorldFish Center, Penang, Malaysia, 2004. 56 p.

CAPÍTULO III

Desempenho produtivo e digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo em lotes revertidos ou não, alimentados em diferentes frequências

Resumo: O manejo alimentar adequado é indispensável para o crescimento dos peixes. A utilização de hormônio para reversão de tilápia melhora o desempenho dos peixes, mas tem sido criticada e questionada. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da baixa e da alta frequência de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade da proteína e minerais em lotes de tilápias GIFT, revertidas e não revertidas sexualmente. Foram alojadas 100 juvenis em cada uma das 24 hapas com capacidade de 400 litros (250 juvenis m^{-3}). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2X2 com seis repetições. Foram testadas duas frequências de alimentação (6 e 24 vezes) em lotes de tilápias revertidas ou não. Houve interação entre as diferentes frequências alimentares e os peixes revertidos ou não ($p \leq 0,05$) para peso final e ganho de peso diário. O tratamento em que os peixes eram revertidos e foram alimentados com 24 ofertas diárias proporcionou o melhor desempenho produtivo ($p \leq 0,05$). A digestibilidade dos nutrientes não variou. O maior parcelamento da ração diária proporciona melhor desempenho produtivo dos juvenis de tilápia sem prejudicar a digestibilidade do alimento.

Palavras-chave: alimentação automática, GIFT, manejo alimentar, juvenis

Performance and apparent digestibility for mixed and mono-sex Nile tilapia fed at different frequencies.

Abstract: Appropriate feeding management is essential to maximize fish growth. The use of hormones for tilapia sex-reversal improves the fish performance, but it has been criticized and questioned. The purpose of this study was to evaluate the effect of low and high feeding frequency on growth performance, protein digestibility and minerals availability in mono and mixed sex GIFT tilapias populations. One hundred juveniles were placed in 24 hapas with 400 liters each (250 juveniles m⁻³). The experiment was completely randomized in 2X2 factorial design with six replicates. Two feeding frequencies (six and 24 times a day) in mono or mixed-sex tilapia were tested. There was interaction between the different feeding frequencies and the mixed or mono-sex fishes ($p \leq 0,05$) for daily and final weight gain. The treatment in which the fishes were reversed and fed 24 times a day showed the best performance ($p \leq 0,05$). The nutritional digestibility was not affected by the treatments ($p > 0,05$). The higher feeding frequency results in better juvenile performance without affecting food digestibility.

Keywords: automatic feeding, GIFT, feed management, juveniles

Introdução

A produção de tilápias não revertidas sexualmente foi prática comum em diversos países durante décadas. Entretanto, nos últimos anos, o cultivo se voltou única e exclusivamente para a produção de monossexo (machos). Essa modalidade de cultivo comparada com a produção de tilápias não revertidas apresenta, hoje, melhor desempenho produtivo e controle da reprodução indesejada (Meurer et al., 2004, El-Sayed, 2006).

Existem diversas formas de se produzir lotes de tilápias monossexo, como: sexagem manual; banhos de imersão em hormônios masculinizantes e principalmente a administração de 17- α -metiltestosterona (MT) na alimentação de larvas (Pinto, 1988). Esta última é a forma mais utilizada hoje no Brasil. Entretanto, após 5 décadas de utilização de hormônios para reversão sexual (Clemens & Inslee, 1968), ainda existem preconceitos contra a utilização deste.

Sendo assim, a linhagem GIFT da tilápia (Genetically Improved Farmed Tilapia) pode ser uma das alternativas para evitar o uso de hormônios masculinizantes. Essa linhagem foi formada por quatro linhagens comerciais de tilápias cultivadas na Ásia e quatro linhagens silvestres de tilápias de origem africana (Gupta & Acosta, 2004). Alevinos não revertidos dessa linhagem apresentaram crescimento 15 a 20% superior a linhagem tailandesa (Chitralada), fato atribuído à maturação sexual mais tardia da linhagem GIFT (Kubitza, 2006). Porém, mesmo nessa linhagem os machos crescem mais do que as fêmeas (WorldFish Center, 2004).

Segundo Toguyeni et al. (1997) tilápias não revertidas apresentam maior interação social com dominância dos machos, ocasionando desperdício de energia e desuniformidade do lote. Por outro lado, o maior parcelamento da alimentação aumenta a disponibilidade de nutrientes e melhora a distribuição da ração, reduz a competição

pelo alimento e proporciona maior uniformidade do lote e maior peso final dos peixes (Koskela et al., 1997; Wang et al., 1998; Sousa et al., 2008).

Estudos recentes têm mostrado que o manejo no arraçamento pode melhorar a utilização dos aminoácidos, principalmente para espécies herbívoras e onívoras, em que a digesta permanece por maior período no trato digestório (Furuya, 2001; Lara, 2006). Outros autores demonstraram que melhores resultados de desempenho produtivo e digestibilidade de nutrientes para peixes foram relacionados ao aumento da frequência de alimentação (Zhuo et al., 2003).

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da baixa e da alta frequência de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade da proteína e minerais em lotes de tilápias GIFT, revertidas e não revertidas sexualmente.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista, UNESP de Botucatu (FMVZ – Departamento de Produção Animal, Setor de Aquicultura). O experimento foi realizado durante os meses de janeiro a março de 2009 com duração de 50 dias. Foram utilizados 24 hapas com malha de 7 mm, com área útil de 400 litros e providas de dispensadores automáticos de ração, distribuídas em um viveiro de 1000 m² com profundidade média de 1,5 metros e 5% de renovação diária de água.

As tilápias (linhagem GIFT) foram adquiridas da piscicultura Sempre Viva, localizada no município de Zacarias-SP. A densidade inicial foi de 100 peixes por hapa. Amostragens iniciais foram realizadas para determinação do peso inicial das larvas, que foi de $2,56 \pm 0,41$ g.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2X2 com seis repetições por tratamento. Peixes revertidos sexualmente e os não revertidos

foram alimentados somente no período diurno, em duas frequências de alimentação (6 vezes: de duas em duas horas e 24 vezes: de meia em meia hora).

O arraçoamento inicial diário foi realizado com base na biomassa, variando de 20% no início até 5% no final do experimento, utilizando-se de uma ração (comercial) extrusada que, segundo o fabricante apresentava: umidade (máx.) 10%, Proteína Bruta (mín.) 40%, Extrato Etéreo (mín.) 4%, Matéria Fibrosa (máx.) 6%, Matéria Mineral (máx.) 15%, Cálcio (máx.) 5%, Fósforo (mín.) 1,5%. Essa ração era fornecida 6 (de duas em duas horas) e 24 vezes ao dia (de meia em meia hora), dependendo de cada tratamento. Ao final dos 50 dias de cultivo todos os peixes foram contados e pesados para a avaliação de desempenho produtivo.

A avaliação da digestibilidade aparente da proteína bruta e a disponibilidade dos minerais cálcio e fósforo foi realizada no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, utilizando 30 peixes de cada tratamento. Para isso, amostras de ração e do quimo contido na porção distal do intestino das tilápias foram submetidos a análises de digestibilidade através da avaliação da sílica como marcador interno, utilizando o método do anidrido silicomolibdico (Willians, 1979). Após a obtenção dos valores em porcentagem dos referidos nutrientes e da porcentagem do marcador interno SiO_2 foram feitos os cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), considerando a equação matemática abaixo:

$$\text{CDA} = 100 - 100 \left\{ \left[\frac{\% \text{SiO}_2 \text{ r}}{\% \text{SiO}_2 \text{ f}} \right] \left[\frac{\% \text{N f}}{\% \text{N r}} \right] \right\}$$

Sendo o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) é dado pela relação entre a % do marcador presente inicialmente na ração ($\text{SiO}_2 \text{ r}$) e o obtido posteriormente nas fezes ($\text{SiO}_2 \text{ f}$) e a % do nutriente obtido nas fezes (Nf) pela % do nutriente inicialmente presente na ração (Nr).

Para avaliar a uniformidade dos lotes de peixes em cada hapa utilizou-se uma equação proposta por Marques et al. (2003). A partir das medidas de peso total dos peixes de cada unidade experimental, calculou-se a média, sendo então quantificados o número de indivíduos que se apresentavam com o peso dentro do intervalo correspondente a 20% acima e abaixo da média de cada unidade experimental.

$$U = \frac{N_{\pm 20\%}}{N_t} \cdot 100$$

Sendo:

U = Uniformidade do lote: variação no peso total

(%);

N_t = número total de peixes em cada unidade

experimental;

N_{±20} = nº de animais com peso total ± 20% em torno

da média da unidade experimental

Durante o experimento foram realizadas análises dos parâmetros limnológicos [pH (peagômetro Oakton), temperatura e oxigênio dissolvido OD (YSI 55)], monitorados diariamente no período da manhã, em três pontos distintos do viveiro, conforme a posição da fonte de renovação de água.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, por meio de um modelo que considera o efeito da frequência alimentar, e a interação entre a frequência alimentar e os peixes revertidos e não revertidos (ANOVA). Nas análises em que houve diferenças, os dados foram submetidos a teste de comparação de médias ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

Resultados

Os parâmetros de qualidade da água se apresentaram dentro dos limites recomendados para produção de tilápias, com médias de oxigênio dissolvido de 3,7 mg L⁻¹, pH de 7,8, temperatura mínima de 24,7 °C e temperatura máxima de 29,9 °C. As variáveis de peso inicial, peso final, ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), uniformidade e sobrevivência das tilápias, ao final do período de 50 dias de cultivo, são apresentadas na Tabela 1. Houve interação entre a frequência alimentar e os peixes revertidos ou não ($p \leq 0,05$) para peso final e ganho de peso diário. Os tratamentos em que os peixes eram revertidos e foram alimentados com 24 refeições proporcionaram o melhor desempenho produtivo ($p \leq 0,05$).

O maior número de refeições proporcionou melhor crescimento tanto para os peixes revertidos quanto para os não revertidos. O lote dos peixes não revertidos e alimentados mais vezes ao dia apresentaram melhor uniformidade. Os resultados de peso inicial, conversão alimentar aparente e sobrevivência não diferiram entre os tratamentos.

Tabela 1. Parâmetros de desempenho produtivo de juvenis de tilápias revertidos ou não, alimentados sob alta ou baixa frequência, durante 50 dias de cultivo.

Parâmetro	Frequência	Sexo		Média
		Revertidos	Não Revertidos	
Peso inicial (g)	6	2,61	2,47	2,54
	24	2,64	2,49	2,57
	Média	2,63	2,48	cv 23,15
Peso final (g)	6	28,12 Ba	28,14 Ba	28,13
	24	51,06 Aa	42,03 Ab	46,55
	Média	39,59	35,08	cv 22,46
GPD* (g)	6	0,50 Ba	0,52 Ba	0,51
	24	0,96 Aa	0,79 Ab	0,88
	Média	0,73	0,65	cv 13,95
CAA**	6	1,31	1,38	1,34
	24	1,25	1,29	1,27
	Média	1,28	1,33	cv 11,88
Uniformidade (%)	6	70,65	75,89	73,27 B
	24	73,62	89,58	81,60 A
	Média	72,14 b	82,74 a	cv 16,59
Sobrevivência (%)	6	88,00	84,33	86,42
	24	92,50	87,17	89,83
	Média	90,25	86,00	cv 8,41

Médias com letras distintas, maiúsculas (A, B) nas colunas e minúsculas (a, b) nas linhas, diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan. (cv: coeficiente de variação).

* Ganho de peso diário

** Conversão alimentar aparente

A Tabela 2 apresenta os resultados de coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e dos minerais cálcio e fósforo. Tanto para a proteína bruta quanto para os minerais, os valores obtidos não diferiram entre os tratamentos.

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e disponibilidade de cálcio e fósforo por juvenis de tilápias revertidos ou não, alimentados sob alta ou baixa frequência, durante 50 dias de cultivo..

Parâmetro	Frequência	Sexo		Média
		Revertidos	Não Revertidos	
Proteína Bruta	6	71,57	64,32	67,94
	24	58,15	69,61	63,88
	Média	64,86	66,96	cv 13,64
Cálcio	6	37,11	35,64	36,37
	24	32,39	37,94	35,16
	Média	34,75	36,79	cv 24,96
Fósforo	6	51,70	40,13	45,91
	24	31,59	51,01	41,30
	Média	41,65	45,57	cv 35,72

Discussão

No presente estudo, apenas a temperatura mínima (24,3°C) ficou abaixo da faixa considerada ideal para a produção de tilápias que, segundo Kubitza (2000), deve estar entre 25 e 29°C. Os valores de pH e oxigênio dissolvido da água durante o período experimental estiveram dentro das recomendações para o cultivo de peixes tropicais (Boyd & Tucker, 1999). Desta forma, pode-se considerar que as condições dos parâmetros liminológicos do viveiro onde foi conduzido o experimento foram favoráveis ao cultivo da tilápia.

Os resultados alcançados para peso final e ganho de peso diário tanto para as tilápias revertidas ou não revertidas, alimentadas na menor frequência ficaram abaixo dos encontrados para os peixes alimentados em alta frequência, que devem ter se alimentado mais vezes com alimento de qualidade. Pois, como a ração era fornecida em pequenas porções, era consumida rapidamente sem perder a qualidade, ao contrário do que acontecia com os peixes alimentados poucas vezes com porções maiores por vez.

Em relação à interação que houve entre os fatores, os peixes revertidos e alimentados com maior frequência apresentaram crescimento 82 % maior que os peixes alimentados 6 vezes ao dia (revertidos ou não) e 21 % maior que os peixes não revertidos alimentados 24 vezes ao dia, principalmente por terem o alimento disponível por mais vezes e com melhor qualidade. Assim como no presente estudo, diversos autores encontraram melhores resultados utilizando alta frequência de alimentação em trabalhos com diferentes espécies (Furuya, 2001; Zhou et al., 2003; Sousa, 2006).

Além da frequência de alimentação existe uma tendência de que os peixes revertidos apresentem desempenho superior em comparação a lotes não revertidos (Gayão, 2009). Entretanto, esse resultado só foi verificado quando os peixes foram alimentados sob alta frequência. Ainda que inferior aos peixes revertidos, o desempenho produtivo dos peixes não revertidos alimentados 24 vezes foi 49 % maior que os alimentados 6 vezes ao dia (revertidos ou não), evidenciando a importância do manejo alimentar eficiente (Meer et al., 1997).

A conversão alimentar aparente não apresentou diferenças entre os tratamentos, discordando de outros autores que verificaram melhores resultados para conversão quando os peixes são alimentados mais vezes ao dia (Meer et al., 1997; Sousa et al., 2006). Esse fato pode ter ocorrido devido à taxa de alimentação ter sido corrigida separadamente em função de cada tratamento, evitando a sobrecarga e desperdício de alimentação nos tratamentos com peixes menores.

O aumento da frequência alimentar durante o período de 24 horas proporcionou a produção de peixes mais pesados e melhorou a uniformidade do lote. Situação oposta ocorreu com os peixes alimentados menos vezes. Por receberem alimento somente 6 vezes ao dia, pode ter ocorrido dominância e conseqüentemente, desuniformidade nesses lotes. A hierarquia na alimentação entre os peixes, onde indivíduos dominantes

dentro de uma população podem consumir mais alimentos e crescer mais rapidamente, acarreta desuniformidade do lote (Vera Cruz & Mair, 1994). Confirmando essa hipótese, mesmo nos lotes de peixes não revertidos, os peixes alimentados sob alta frequência obtiveram maior uniformidade. Segundo Wang et al. (1998) com o aumento da frequência alimentar os peixes dominantes ficam saciados e menos agressivos, aumentando as oportunidades dos peixes subordinados de se alimentarem. A partir deste manejo é possível diminuir a prática de triagem de peixes em tanques-rede (Sousa et al., 2008).

Pode-se considerar que as condições ambientais do experimento foram semelhantes para todos os peixes, tendo em vista que a sobrevivência das tilápias não variou em função dos tratamentos, sendo observados valores médios de 90 %. A uniformidade na sobrevivência também foi observada por Sousa (2007) e Fülber et al. (2009).

No presente estudo, os valores médios da digestibilidade da proteína (66 %) estão abaixo dos valores encontrados por outros autores para a mesma espécie (Furuya et al. 2001; Bock et al., 2006). Entretanto, a baixa digestibilidade da proteína pode estar relacionada ao método de coleta das fezes que foi realizado nesse estudo. Segundo Pezzato et al. (2002) o método da dissecação subestima a digestibilidade do material colhido. Esses mesmos autores encontraram 48,98 % de digestibilidade da proteína pela tilápia quando utilizaram o método de dissecação. Com o método de coleta de fezes decantadas no fundo do aquário, os autores acima citados obtiveram valores de 85,62 %.

Os valores de digestibilidade da proteína e disponibilidade dos minerais não foram influenciados pelos tratamentos. Provavelmente este resultado pode estar relacionado com o método de análise das fezes e ração. O método utilizado é recente e requer mais estudos e pode não ter conseguido expressar diferenças significativas.

Ustaoğlu Tiril & Alagil (2009) também não encontraram diferenças nos valores de digestibilidade da proteína pela truta arco-íris quando aumentaram a frequência de alimentação. Entretanto, segundo Riche et al. (2004), diante do aumento da frequência de alimentação ocorre sobrecarga gástrica, prejudicando a absorção dos nutrientes. Outro fator que deve ser considerado é o peso das tilápias. Peixes maiores apresentam melhores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (Inaba et al., 1962). Porém, os resultados dos peixes que foram alimentados com alta frequência que, eram até 82 % maiores que os peixes que se alimentaram 6 vezes ao dia, não validam os resultados encontrados pelos autores supracitados.

Os coeficientes de disponibilidade aparente dos minerais seguiram a mesma tendência da proteína bruta, não apresentando diferenças entre os tratamentos ($P \geq 0,05$). A baixa digestibilidade aparente do cálcio pode estar relacionada à absorção de cálcio da água pelos peixes. Segundo Wilson et al. (1982), 80 % das exigências de cálcio podem ser supridas diretamente da água, por meio de absorção ativa pelas brânquias. Os valores encontrados no presente estudo foram semelhantes aos descritos por Guimarães et al. (2007) trabalhando com ingredientes protéicos para tilápia (35,60 %); por Furuya et al. (2001) para tilápias alimentadas com ração sem suplementação de fitase (34,32 %) e superiores aos observados por Köprücü & Özdemir (2005) para ingredientes de origem animal (17,1 %) e vegetal (20,9 %) na alimentação da mesma espécie.

Para o fósforo, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente ficaram na faixa de 31,59 a 51,70 %. Entretanto, esta diferença não foi significativa pelo teste de Duncan ($P \geq 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Furuya et al. (2001) para tilápias alimentadas com ração sem suplementação de fitase (38,21 %). Em estudo realizado por Miranda et al. (2000) para determinar a disponibilidade de fósforo em ingredientes de origem vegetal para a tilápia, foram observados valores de coeficientes

de disponibilidade aparente (digestibilidade aparente) do fósforo de 7,33; 35,13 e 30,49 para o fubá de milho, farelo de soja e farelo de trigo, respectivamente. A variabilidade dos resultados obtidos pelas pesquisas pode estar relacionada às variações nas composições dos ingredientes, teor do nutriente na ração, processamento das rações, tamanho e linhagem dos peixes e, principalmente ao método de coleta e análise. Essas variações podem chegar a diferenças de até 109,7% para método de coleta e 96,8 % para método de análise (Pezzato et al. 2002; Moraes et al., 2009).

Conclusões

O maior parcelamento da ração diária proporciona melhor desempenho produtivo dos juvenis de tilápia sem prejudicar a digestibilidade do alimento.

Agradecimentos

Ao Departamento de Produção Animal da UNESP de Botucatu, ao CNPq, à Piscicultura Sempre Viva e à Mogiana Alimentos.

Literatura Citada

- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.35, n.6, p.2197-2202, 2006.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999. 700p.
- CLEMENS, H.P.; INSLEEE, T. Production of unisexual broods by *Tilapia mossambica* sex-reversed with methyl testosterone. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.97, 1968.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. 1^a ed. Cambridge, CABI Publishing. 2006. 277p.
- FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L. et al. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.177-182, 2009.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. et al. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.924-929, 2001.
- GAYÃO, A.L.B.A. **Produção de tilápias do Nilo revertidas ou não: Efeitos da nutrição e da reversão sexual nos parâmetros produtivos e estruturas do fígado**. 2009. 95f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e disponibilidade dos minerais em alimentos protéicos extrusados para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. O avanço científico e tecnológico na produção animal, 2007. Jaboticabal, **Anais...**, Jaboticabal, SP, Brasil: SBZ, 2007, A-513.
- GUPTA, M.V.; ACOSTA, B. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. NAGA, **WorldFish Center Quarterly**, v.27, n.3-4, p.4-14, 2004.
- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C. et al. Digestibility of dietary components in fishes. 2 – Digestibility of dietary proteins and starch in rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 29 (3): p. 242-244, 1962.
- KÖPRÜCÜ, K.; ÖZDEMİR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, n.250, p.308-316, 2005.
- KOSKELA, J.; JOBLING, M.; PIRHONEN, J. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. **Aquaculture**, v.156, p.35-44, 1997.

- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Ed. Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura Ltda. Jundiaí, 2000. 285p.
- KUBITZA, F. Questões freqüentes dos produtores sobre a qualidade dos alevinos de tilápia. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.97, p.14-23, 2006.
- LARA, L.B. Segurança alimentar na produção de organismos aquáticos. In: **Feed & Food**, Segurança alimentar para a saúde e bem-estar do homem, v. 4, p. 19 – 20, 2006.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M. et al. Uso da *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. **Anais...** (CD-ROM).
- MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E. et al. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.669-675, 2000.
- MORAES, P.M.; LOUREIRO, V.R.; PADILHA, P.M. et al. Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q. et al. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.965-971, 2002.
- PINTO, C.S.R.M. **Criação de tilápias**. São Paulo: Instituto de Pesca (Boletim Técnico, 10), 1988. 13p.
- RICHE, M.; HALEY, D.I.; OETKER, M. et al. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.234, p.657-673, 2004.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.95, p.49-51, 2006.
- SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Efeito do manejo alimentar na uniformidade de tilápias criadas em tanques-rede. In: Aquaciência 2008. **Anais...** Maringá: Aquaciência 2008, Aquicultura Geral [2008]. (CD-ROM).
- TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T. et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **Physiology and Behavior**, v.62, p.273-279, 1997.

- USTAOĞLU TIRIL, S.; ALAGİL, F. Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet. **Turkey. Journal of Veterinarian Animal Science**, v.33, n.4, p.317-322, 2009.
- VAN DER MEER, M.B.V.; HERWAARDEN, H.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432, 1997.
- VERA CRUZ, E.M.; MAIR, G.C. Conditions for effective sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 122, n.1, p.237-248, 1994.
- WANG, N.; HAYAWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.
- WILLIAMS, W. J. **Handbook of anion determination**. London, Butterworths, 1979.
- WILSON, R.R.; ROBINSON, H.; GATLIN III, D.M. et al. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. **Journal Nutrition**, v.112, p.1197-1202, 1982
- WORLD FISH CENTER. **GIFT Technology Manual: An aid to Tilapia selective breeding**. WorldFish Center, Penang, Malaysia, 2004. 56 p.
- ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyol**, v.19, p.244-249, 2003.

CAPÍTULO IV

Considerações Finais

A utilização de hapas com dispensadores automáticos de ração, na criação de tilápias, poderá proporcionar vantagens significativas no desempenho produtivo dos peixes, contribuindo para a sustentabilidade da atividade:

- Em pisciculturas comerciais, grande quantidade de ração é fornecida em uma ou duas porções ao dia. A ração não consumida é lixiviada e fermentada, alterando a qualidade da água e do alimento. Com o uso de dispensadores automáticos de ração será possível o fornecimento da ração em pequenas porções, conforme o consumo das tilápias, diminuindo, desta maneira, o desperdício, a poluição e a competição por alimento;
- O aumento da frequência alimentar é uma valiosa ferramenta para diminuir a desuniformidade na larvicultura e para aumentar o número de safras através da redução do tempo de cultivo, pois reduz a competição pelo alimento, diminui a poluição com restos de ração e proporciona melhor desempenho das tilápias, aumentando a produtividade na fase de larvas de 2,5 a 3,2 vezes.
- O maior parcelamento da ração diária proporciona melhor desempenho produtivo dos alevinos de tilápia sem prejudicar a digestibilidade do alimento. A partir da alta frequência de alimentação, a produção de lotes de tilápias da linhagem GIFT não revertidas pode ser uma opção, com bom desempenho produtivo, para produtores que desejam evitar o uso de hormônios.
- A maior frequência de alimentação possibilita que as tilápias tenham acesso a pequenas quantidades de ração com alta qualidade em todas as alimentações diárias, resultando em peixes mais pesados e uniformes.
- Novos estudos de digestibilidade utilizando a sílica como marcador interno devem ser realizados para maior confiabilidade do método de análise das fezes e da ração.